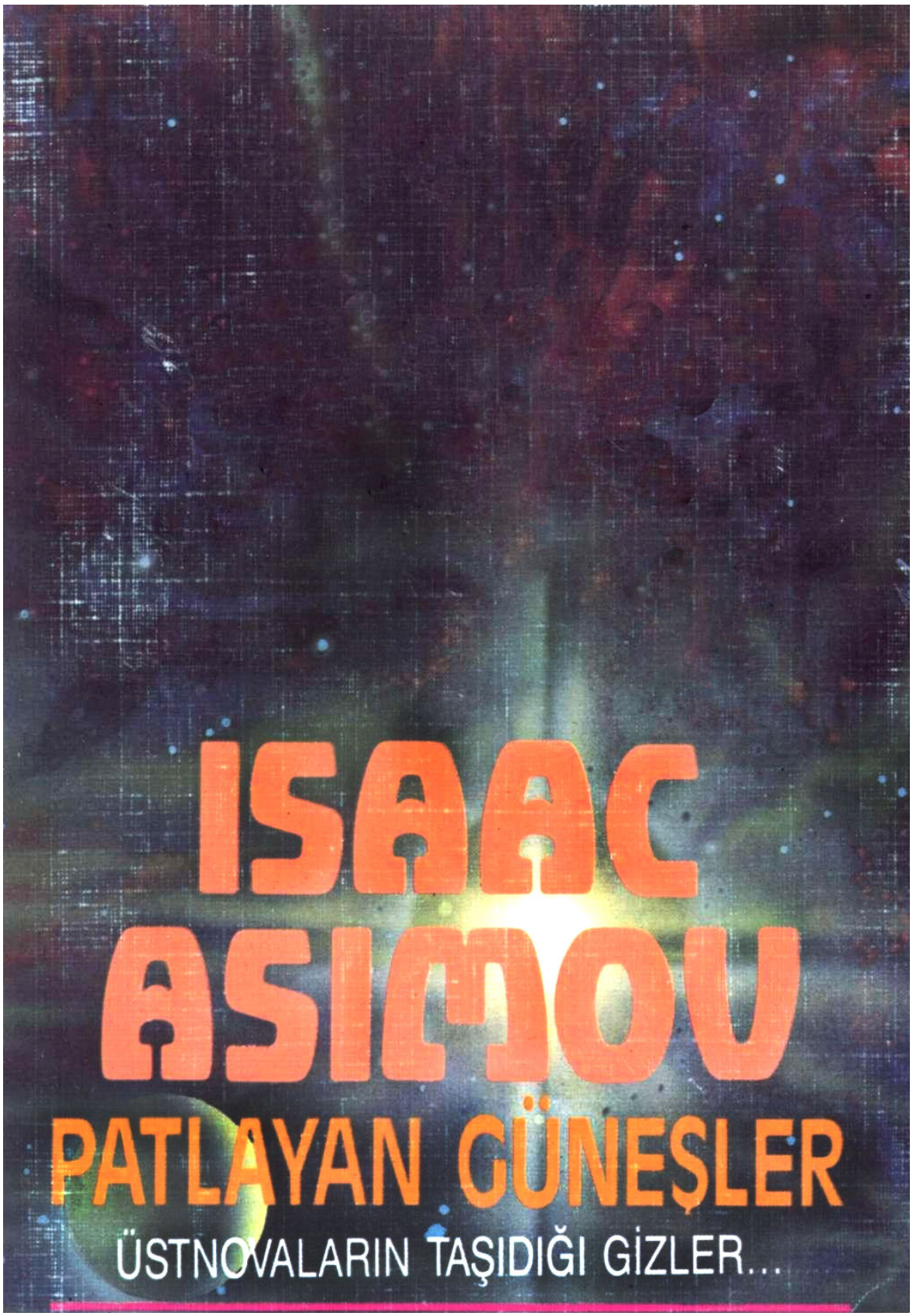
ISAAC ASIMOV

PATLAYAN GÜNEŞLER

ÜSTNOVALARIN TAŞIDIĞI GİZLER...


ISAAC
ASIMOV
PATLAYAN GÜNEŞLER
ÜSTNOVALARIN TAŞIDIĞI GİZLER...

Copyright:

© NIGHTFALL INC. A B D

Kesim Ajansı aracılığı ile

Türkiye'de yayın hakkı:

© İNKILÂP KİTABEVİ

Yayın Sanayi ve Tic. A.Ş.

Ankara Cad. No: 95 - İSTANBUL

Tel: 522 28 51 - 526 86 41

Kapak Resmi:

Oral Orhon

Sayfa Düzeni:

Yüksel Bakay

Bu kitabın her türlü yayın hakları

Fikir ve Sanat Eserleri

Kanunu gereğince

İnkılâp Kitabevi Yayın Sanayi ve

Tic. A.Ş. ne aittir.

Dizgi:

STİL Matbaacılık A.Ş.

Baskı:

Anka Ofset

Cemalnadir Sok. 24

İSTANBUL - 1989

ISAAC ASIMOV

PATLAYAN

GÜNEŞLER

Üstnovaların taşıdığı gizler...

Türkçe'mize çeviren:

NEJAT EBCİOĞLU

İNKILÂP KİTABEVİ

YAYIN SANAYİ VE T İ C A R E T A.Ş.

Ankara Cad. 95 - 34410 İSTANBUL

Çevirenin Notu:

Deniz Koleji'nde öğrenci olduğumuz yıllarda "Gökbilim ve Gemi Seyri"

dersi öğretmenimiz Kurtuluş Savaşı gazilerinden Dz. Alb. Sabri Mengül bulutsuz gecelerde Heybeliada'da kalır, onunla birlikte göğü inceler; takımyıldızları, yıldızları ve gezegenleri saptardık. İki yıl öğretmenliğimizi yaparak bizlere gökbilimi sevdiren Mengül'ü gönül borcu ve rahmetle anıyorum.

Elinizdeki kitabı dilimize çevirirken değerli Türk Dil Kurumu'nun yayınlamış olduğu Prof. Dr. Abdullah Kızılırmak'ın *Gökbilim Terimleri*

***Sözlüğü* (1969) adlı yapıtından terim bulmada geniş ölçüde yararlandım. Adı geçen Kurum ve Sayın Kızılırmak'a gönül borcuyla doluyum.**

Ayrıca bazı güncel kavramlarda Remzi Kitabevi'nin değerli editörü Sn.

Erol Erduran'ın yayınladığı *Çağdaş Dünya Ansiklopedisi - Evren ve Yer*

adlı yapıttan yararlanmış bulunuyorum. Adı geçen Kitabevi ve Sn. Erduran'a da gönül borcum büyük...

"Patlayan Güneşler"i severek okumanız ve bu yapıttan yararlanmanız dileğiyle.

Nejat Ebcioğlu

Nisan-1987

Marmaris

Bu kitabımı

1932-1984 yılları arasında

yaşayan

Marvin Grosswirth'in anısına

adıyorum.

Isaac Asimov

İÇİNDEKİLER

B İ R İ N C İ B Ö L Ü M

Y E N İ Y I L D I Z L A R

Değişmeyen G ö k y ü z ü * 11

Yıldızlardaki Değişiklikler * 18

Ç i n ' i n " K o n u k Yıldızları" * 25

Ilk Nova * 30

D a h a Başka Novalar * 37

İ K İ N C İ B Ö L Ü M

D E Ğ İ Ş E N Y I L D I Z L A R

Görünmeyeni Görebilmek * 39

D e v i n i m ve Uzaklık * 47

Çağdaş Novalar * 50

Ne Kadar A y d ı n l a t m a Gücü? Ne D e n l i Sıklıkla? * 58

Ü Ç Ü N C Ü B Ö L Ü M

B Ü Y Ü K V E K Ü Ç Ü K Y I L D I Z L A R

Güneş Enerjisi * 63

Beyaz Cüceler * 71

K ı r m ı z ı Devler * 78

Çiftyıldızlar ve Ç ö k m e * 84

7

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DAHA BÜYÜK PATLAMALAR

Gökadanın Ötesinde mi? * 92

S Andromedae * 101

Andromeda Gökadası * 104

Üstnovalar * 110

BEŞİNCİ BÖLÜM

DAHA KÜÇÜK CÜCELER

Yengeç Bulutsusu * 117

Nötron Yıldızları * 124

X Işınları ve Radyo Dalgaları * 130

Atarca Yıldızlar * 136

ALTINCI BÖLÜM BÖLÜM

PATLAMA TÜRLERİ

I. ve I. Tipler * 145

Siyah Delikler * 151

Genişleyen Evren * 157

Büyük Patlama * 164

YEDİNCİ BÖLÜM

ELEMENTLER

Evrenin Yapısı * 170

Hidrojen ve Helyum * 176

Yıldızlardan Kaçış * 182

Felaketle Kaçış * 195

SEKİZİNCİ BÖLÜM

YILDIZLAR VE GEZEGENLER

İlk Kuşak Yıldızları * 202

İkinci Kuşak Yıldızları * 205

Gezegenlerin Oluşumu * 213

Dünya'nın Oluşumu * 220

DOKUZUNCU BÖLÜM

YAŞAM VE EVRİM

Fosiller * 225

Yaşamın Oluşumu * 231

Türlerin Gelişmesi * 236

Genetik * 240

ONUNCU BÖLÜM

NÜKLEİK ASİTLER VE MUTASYONLAR

Gen'in Yapısı * 247

Gen Değişmeleri * 253

Mutajenik Etkenler * 258

Kozmik Işınlar * 262

ONBİRİNCİ BÖLÜM

GELECEK

Dünya'nın Manyetik Alanı * 272

Büyük Ölümler * 279

Uzay * 283

Gelecekteki İlk Üstnova * 286

DİZİN * 293

1

YENİ YILDIZLAR

Değişmeyen Gökyüzü

Bulutsuz, açık bir gecede göğe bakarsak, gökyüzünün tümüyle sessiz değişmezliğini farkederek etkileniriz. Yıldızlar sabit düzenleri içinde Ve sabit parlaklıklarıyla gökte parıldarlar. Yıldızların, merkezi Kutupyıldızı'na (Demirkazık) yakın bir yerde olmak üzere kararlı, değişmeyen bir daire çizer gibi devindikleri ve bu dönüşü yirmi dört saatte tamamladıkları görülür (ancak, burada kuzey yarımküreden gökyüzüne baktığımızı varsayıyoruz).

Her gece, tam gece yarısı görüntüsü hafifçe değişir ve Güneş

sanki yıldızların arka zeminine karşı dönüyormuş ama bunu günlük deviniminden daha yavaş yapıyormuş gibi olur. Güneş bu yavaş dönüşünü 365 1/4 günde tamamlar. Güneş'in her bir dönü

şü düzenlidir ve dönüşü sürerken yıldızların düzeninde değişim olmaz.

Eski Yunan düşünürü Aristo (İÖ 384-322) gökyüzünün bu de

ğişmezliğini doğanın bir yasası olarak duyumsamıştı. Düşünür, Dünya üzerinde her cismin değiştiğine ve sonunda bozulup yok olduğuna oysa gökyüzündeki cisimlerin değişmeye uğramadan mükemmel durumda sonsuza kadar kaldığına inanıyordu. Ona göre, Dünya üzerindeki cisimler (eğer canlı değillerse) ya oldukları yerde durur ya da yok olurlarken gökyüzündeki cisimler kesinlikle oldukları yerde

durmaz, görkemli bir şekilde ve kesinlikle sonu olmayan daireler üzerinde devinirlerdi.

Aristo, Dünya ve gökyüzünün yapı bakımından temelde farklı olduklarını bile düşünmüştü. Düşünüre göre, Dünya üzerindeki her cisim dört "element"ten; dört ana madde olan toprak, su, hava ve ateşin temel değişimlerinden oluşmuştu. Oysa, gökyüzü ve içindeki tüm cisimler beşinci elementten oluşuyordu. Bu element mükemmeldi ve doğal biçimde parıldıyordu. Düşünür, beşinci elementi Eski Yunanca'da "parıldama" anlamına gelen *aither* sözcüğü ile adlandırmıştı (bu da, Latincedeki yazılışıyla

"eter" sözcüğüne pek benzemekteydi).

Kuşkusuz gökyüzünün değişmezliğine inanan pek çok antik çağ düşünürü bulunuyordu. Ama, Aristo bunların en seçkiniydi. Çalışmaları kaybolmayıp bugüne kadar kalmıştı. Bu yüzden düşünür Aristo, her zaman bu görüşleriyle büyük bir otorite olarak ele alınmıştır.

Aristo'nun bu konudaki görüşleri akla uygundur. Çünkü ilk olarak, bu fikirler yaptığımız ortak gözlemlere uymaktadır. Hepimiz kendi gözlerimizle Dünya üzerindeki şeylerin oluştuklarını, büyüyüp geliştiklerini, değişmeye uğradıklarını, bozulduklarını, öldüklerini ya da çürüdüklerini ve böylece sona erdiklerini görebiliriz. Öte yandan Güneş ve diğer tüm gök cisimleri hiçbir değişikliğe uğramadan sonsuza dek var oluyorlarmış gibi görünürler.

Bu konuda emin olmayı istersek, Aristo'nun gök cisimlerinin değişmezliğine ilişkin tezinin karşıtı olan bazı olayların varlığını dikkatli gözlemler yaparak saptayabiliriz. Gökyüzünde de değ

şiklikler olur ve bunlardan bazısı pek belirgin olarak gerçekle

şir. Sözgelişi, göğe bulutlar gelir ve giderler. Bunlardan bazısı gökyüzünü tümüyle karartacak kadar kalın bazısı da neredeyse saydam denilecek denli ince olurlar. Dünya üzerine gökyüzünden yağmur ve diğer yağış türleri yağar ve sonunda bunların yağması biter.

Bulutlar ve yağışlar hava içinde ortaya çıkan olaylardır. Ve hava, düşünür Aristo'nun Dünya'nın birer parçası olarak saydığı dört elementten biridir. Aristo olayı böyle düşünmüştü. Kuşkusuz çağdaş gökbilimciler bu konuda onunla fikir birliğine varıyorlar. Aristo, hava tabakalarının bize en yakın gök cismi olan Ay'a kadar uzandığını varsayıyordu. Ona göre, gökyüzünün eteri ve değişmezlik özelliği Ay'la başlıyor, Ay'ın ötesindeki her şeyi içine alırken Ay'ın altındaki cisimlerde bu özellik bulunmuyordu.

Ancak gökyüzünde hava olaylarının yanısıra başka değişmeler de olur. Bazen gecenin sessizliği içinde göğü seyrederken bir ışık noktasının karanlıklar içinde boydan boya uzanan bir devinim yaptığını ve bunu yaparken ışığının hafiflediğini ye sonunda solup kaybolduğunu görebilirsiniz. Sanki bir yıldız gökyüzünden kaybolmuş, kayıp geçmiş ve belki de Dünya üzerine düşmüş gibi olur. Olaya bazen "akanyıldız" deriz. Aslında bir yıldız değildir ve biz bunlardan ne denli çok görürsek görelim sonuçta gökteki yıldızlardan hiçbiri eksilmez.

Aristo'ya göre, akanyıldızlar da Dünya'nın havayla meydana gelmiş olan zarfı yani atmosferi (havayuvarı ya da gazyıparı -

Çeviren) içindeki olaylardandı. Bu nedenle biz bunlara Eski Yunanca'daki "havadaki şeyler" anlamına gelen *meteor* adıyla adlandırırız. Sözcük, tam olarak yalnızca bir ışık çizgisine karşılık 13

geliyordu ve bu bakımdan Aristo haklıydı. Çünkü, bu ışık çizgisi yalnızca atmosfer içinde görülür. Işık çizgisi büyüklükleri irice bir kaya parçasından bir topluiğne başına kadar değişen ve aslında pek büyük olmayan cisimlerin boşlukta hareket etmesiyle ve bazen Dünya'ya

çarpmasıyla gerçekleşen olayda meydana gelir. Dünya'nın atmosferinden büyük bir hızla geçerken kaf-

şılaştığı hava direnci meteorları beyaz renkte çok parlak bir ışık verecek şekilde ısıtır.

Meteorlardan Dünya üzerine düşenlere *meteorit* (ya da göktaşı) adı verilir. Bunlardan en küçük olanları Dünya üzerine varmadan çok önce tümüyle buharlaşır ve pek ince bir toz halinde aşağı doğru süzülürler. Daha irileri bu zorlu durumu bir dereceye kadar atlatıp tek parça ya da parçalar halinde Dünya'ya çarparlar. Böyle kalmayı başaran parçalar meteoritlerdir. (Bilim adamları, 1800'lü yılların başlarına değin, sağlam kalabilmiş par

çaların gökten Dünya'ya düşebileceği gerçeğini kabul etmekte isteksiz davranmışlardı).

Ayrıca, bazen gökyüzünde tuhaf, düzenli şekilleri bulunmayan ve bu yüzden de mükemmel olmayan biçimleriyle yer alan kuyrukluyıldızlar görünüp kaybolabilirler. Bunların görünüşü bazı kereler geceden geceye değişebilir. Aristo'ya göre kuyrukluyıldızlar atmosferin üst tabakalarındaki yanan gaz bölgeleridir ve bu nedenle kuyrukluyıldızlar gökyüzünün değil Dünya'nın bir parçasıdır. (Düşünür bu görüşünde kesinlikle yanılıyordu. Ama, bu yanılgısı 1500'lü yılların sonuna dek kanıtlanamamıştı).

Hava olayları, meteorlar ve kuyrukluyıldızları bir yana bırakırsak, gökyüzündeki değişiklikleri incelerken geriye Ay ile onun da ötesinde yer alan gök cisimleri kalır.

Kuşkusuz Ay'ın kendisi de bazı değişiklikler gösterir. Ay'ın bi

çimi, Eski Yunanca'da "görüntü" anlamına gelen bir dizi *faz'ı* geçirerek geceden geceye değişir. Dolun Ay durumundayken ve herkesin bir gök cisminden bekleyeceği mükemmellikte çok dü-

zenli bir daire halindeyken bile üzerinde gölgeler ile lekeler bulunur. Ve bunlar açıkça birer kusurdurlar.

Bunları açıklamanın iki yolu bulunuyordu: Antik ve ortaçağlarda pek çok kişi tüm gök cisimleri içinde Dünya'nın en yakı-

nındakinira\y olduğunu ve bu yüzden de mükemmellikten uzak, bozulmuş Dünya'nın etkisini en çok açığa vuracak olanın da Ay olabileceğini ileri sürüyorlardı. Bu nedenle Ay üzerindeki lekeler Dünya'nın soluğu ya da buharlarıydılar.

Ay'daki kusurlar için ileri sürülen bir başka özür de şöylece tartışılıyordu: Mükemmel bir cisimde değişime, eğer bu değişim devirli ise yani sonu olmayan bir şekilde tekrar tekrar oluşuyorsa dayanılabilir. Şu halde, düzensizlik hiçbir şekilde değişmiyorsa bu düzensizlik mükemmel olmayan bir durum değildir.

Böylece Ay'ın lekeleri hiç değişmediği ve fazlan da düzenli bi

çimde yinelendiği için yıllar sonrası herhangi bir gecede Ay'ın içinde bulunacağı fazı önceden kestirmek kolaylıkla mümkün olacaktır.

Ay hakkında soru sorulabilir bir başka nokta da şuydu: Ay da, Güneş ile yıldızlar gibi doğuda doğar, gökyüzü boyunca batıya doğru devinir ve batıda batarken yıldızlara tam olarak uygun biçimde devinmiyordu. Her gece ardındaki yıldızlı zemine göre gökyüzünün farklı bir bölümünde bulunuyor ve daha yakından yapılmış bir gözlem onun kararlı şekilde ardındaki zemine göre batıdan doğuya doğru devindiğini ve gökyüzündeki tam bir dönüşünü yirmi yedi günden biraz daha fazla zamanda tamamladığını gösteriyordu.

Güneş de, daha önce belirttiğimiz gibi, ardındaki yıldızlı zemine göre batıdan doğuya döner. Güneşin bu dönüşü Ay'a oranh oldukça yavaştır ve gökyüzündeki bir dönüşünü 365 1/4 günde tamamlar.

Ay ve Güneş'in artlarındaki yıldızlı zemine karşılık devinimleri *tam* düzenli değildir. Ama daha da kötüsü, antik çağda ya-15

şayan kişilerin gözlemlerine göre, artlarındaki yıldızlı zemine oranla daha parlak görünen yıldızlardan beşi için de durum aynıydı. Bunlara, kendilerini hayranlıkla gözlemleyen kişiler tarafından tanrıların adları takılmıştı. Şimdi de, onlara Romalılar tarafından verilen bu kutsal adları kullanıyoruz. Bu Veşliyi Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn olarak biliriz. (Türkçe'mizde bazen kullanılan adları sırayla Utarit, Zühre= Akşamyıldızı, Merih, Müşteri ve Zühal'dir-Çeviren). Bunlar artlarındaki yıldızlı zemine göre, Ay ve Güneş gibi kararlı biçimde batıdan do

ğuya doğru devinmezler. Bunun yerine bazen yavaşlayarak ve sonra hareket etmeyen yıldızlara göre doğudan batıya doğru devinir biçimde dönerler. Bu yıldızlar bir süre böyle döner, sonra normal biçimde devinir ve değişme işlemini tekrar tekrar yinelerler.

Bu gök cisimleri, hareket etmeyen yıldızlara göre doğudan batıya devinimleri yılda bir (Mars'ta olduğu gibi) ile daha fazla kez (Satürn'de yılda yirmi dokuz kez olduğu gibi) yinelerler.

Eski Yunanlılar bu yedi gök cismine (Ay, Güneş, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn) diğer yıldızlar arasında gezindikleri için gezginci anlamına gelen *planet* adını vermişlerdi. (Türk

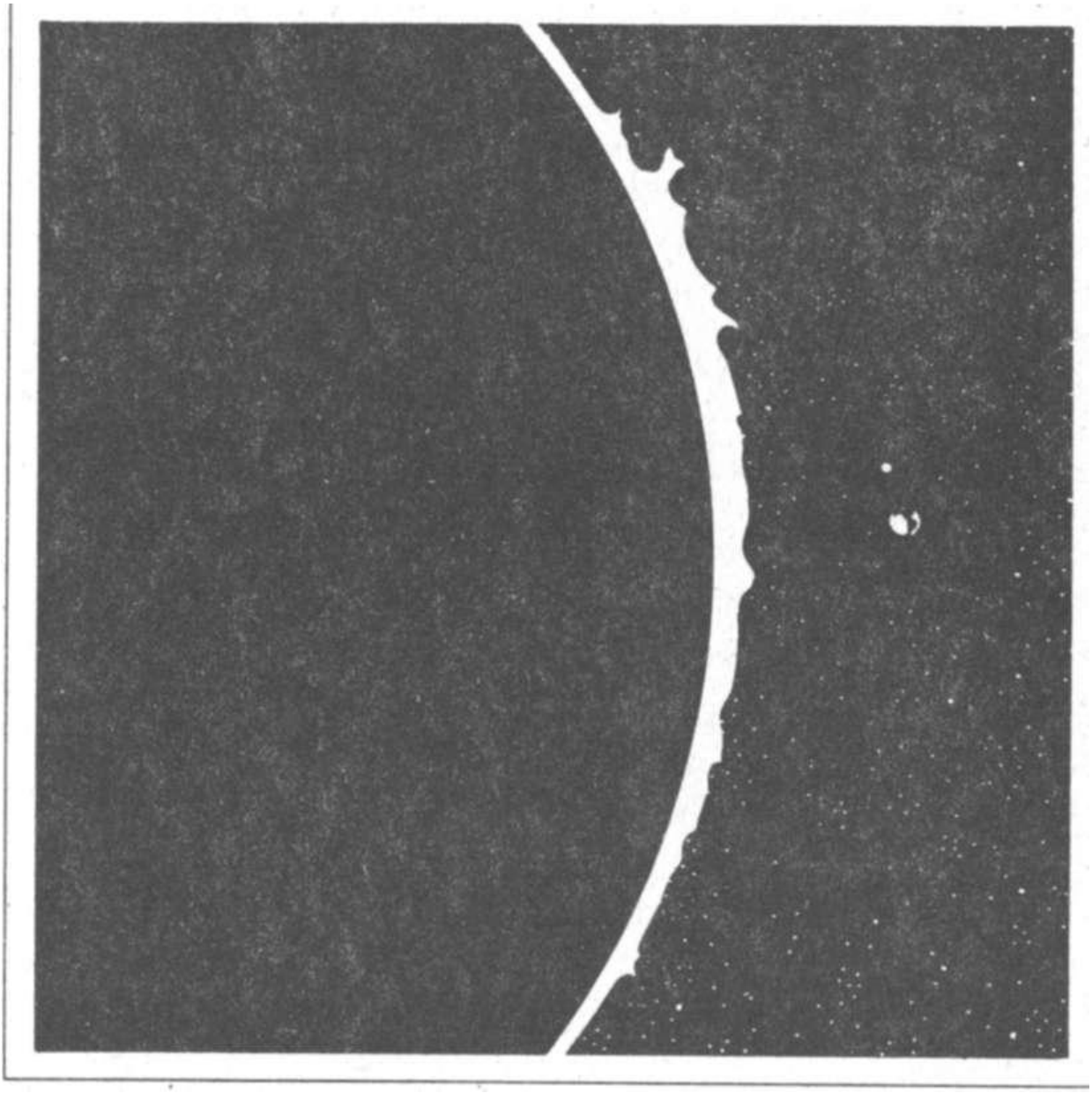
çe'mizde bu adın karşılığı olarak gezegen sözcüğünü kulfanıyoruz.-Çeviren).

Gezegenlerin böyle ayrı devinimlerini açıklamak için Eski Yunanlılar her bir gezegenin Dünya'yı saran bir küreye yapıştırılmış olduğunu ve her bir kürenin de birbirinin içine konulmuş

olduğunu varsaymışlardı. Bunu düşündükten sonra gezegenin gökyüzündeki devinim hızına ve Dünya'ya yakınlığına bakarak en içteki kürede Ay, sonrakinde Merkür ve sonra sırayla Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ile Satürn'ün yer aldığına inanmışlardı. Bu kürelerden her biri saydam, kristal gibi parlaktı ve görülmüyorlardı. Küreler nedeniyle bugün bile gök cisimleri sözcüğünü hep çoğul takısıyla kullanıyoruz. O dönemde, kürelerin her birinin dönmekte olduğu

varsayılıyor ve dönüşlerinin gezegenin gökteki deviniminden sorumlu olduğu düşünülüyordu.

16



Antik çağda yaşayan insanların Ay'ın büyüklüğünü hesaplama girişimlerine karşın, Güneş'in dev büyüklüğüne ilişkin fikirleri bulunmuyordu.

Patlayan G ü n e ş l e r — F . 2

17

Aristo'nun öğretmeni olan Plato (bizdeki yaygın adıyla Eflatun; İÖ 427-347-Çeviren) yalnızca düzenli dairesel hareketin mükemmel olduğuna inanıyordu. Ona göre, düzensiz devinimlerin nedenini açıklamak için, eğer gök cisimlerinin hareketleri mükemmel olarak düşünülecekse, gezegenlerin dönüşlerinin birçok düzenli dairesel devinimden oluştuğu varsayılmalıydı. Plato'yu izleyen Aristo ve diğer Eski Yunan düşünürleri gezegenlerin devinimleri için çok daha karmaşık dairesel hareketleri hesaplamaya başladılar. Böylece görünüşte mükemmel olmayan gezegen devinimlerini düzenli olarak görebilmeyi amaçlıyorlardı.

Günümüzde meteoritler, kuyrukluyıldızlar ve yedi gezegenin (Dünya'yı da içermek üzere) Güneş sistemi diye adlandırdığımız sistemin parçaları olduğunu biliyoruz. Güneş sisteminin çeşitli üyeleri Güneş'in çevresinde dönerler. Romalılar, Güneş'e *sol* diyorlardı. Bu yüzden şimdi bazı Batı dillerinde Güneş sistemine *solar sistem* denilmektedir. Güneş de bir yıldız olduğu halde, bize çok yakın olduğu için diğer yıldızlardan farklı görülmektedir.

Eğer Güneş sistemini bir yana bırakır ve yalnızca onun ötesindeki yıldızları göz önüne alırsak, Aristo'nun gök cisimlerinin değişmezliğine ilişkin fikrinin doğru olduğunu görürüz. Yıldızları antik çağın insanları gibi, geceden geceye ve yıldan yıla herhangi bir yardımcı araç kullanmadan gözlemlersek pek büyük olasılıkla onlarda hiçbir değişiklik görmeyiz.

Yıldızlardaki Değişiklikler

Antik çağın insanlarına göre (eğer bu konuda fazla bir şey bilmiyorsak bize göre de), yıldızlardan 6.000 kadarı en dışta, Satürn'ün bulunduğu kürenin de dışındaki bir küreye yapışmış gibiydiler. İşte bu yüzden onları, kendi küreleri üzerinde gezinen 18

yıldızlar olan gezegenlerden ayırt etmek üzere "sabit yıldızlar"

olarak adlandırmışlardı.

Yıldızların üzerinde yer aldığı en dıştaki küre siyahtı ve üzerinde yıldızlar mini ışıklı noktalar halinde parıldıyordu. Tüm kara gök, günde bir kez, birbirlerine göre pozisyonları değişmeyen sabit yıldızları içererek tümüyle düzenli bir hale giriyordu. Güneş

doğunca gökyüzü maviye dönüşüp yıldızlar gözden kayboluyor ancak bu durum yalnızca Güneş'in büyük parlaklığının yıldızların parıltısını bastırması nedeniyle oluyordu.

Kuşkusuz Aristo'nun gök cisimlerinin mükemmelliğine ilişkin fikirleri, aklı fazla rahatsız edecek soruları ortaya çıkarmayan sabit yıldızlara uygulanabiliyordu.

Ancak bu nokta, bizi Eski Yunan gökbilimcilerinin en önde geleni olan Hipparchus'a (İÖ 190-120) getirir. Aslında, kendi yaptığı pek basit araçların dışında hiçbir yardımcı gözlem aracı olmayan ve kendisinden önceki gökbilimlerin elde ettikleri pek sınırlı sonuçlan bilmekle yetinen Hipparchus bu araç ve bilgileri kullanarak en büyük gökbilimciler arasında yerini alacak sonuçlara ulaşmıştı.

Hipparchus, Türkiye'nin güneybatı kıyıları yakınındaki Rodos adasında yaşamış, gezegenlerin görünen devinimlerini açıklamaya girişmiş ve Plato'nun ölümünden iki yüzyıl sonra bu konuda daha iyi bir daireler bileşimi sistemini bulmuştu. Hipparchus'un bulduğu sistem ufak tefek geliştirilmeler dışında 1.700

yıl süreyle aynen kabul gördü.

Gökbilimci Hipparchus'tan yaklaşık üç yüzyıl sonra dünyaya gelen Claudius Ptolemy (IS 100-170), Hipparchus'un sistemini ufak geliştirmelerle İS 150 yılında yazdığı bir kitapta özetledi.

Hipparchus'un yazılarından hiçbiri zamanımıza ulaşmamasına karşın, Ptolemy'nin kitabı kaybolmadan günümüze erişebildi. Sonuçta, "Ptolemy Sistemi" adı verilen Dünya'nın merkezde yer aldığı ve diğer tüm gök cisimlerinin onun çevresindeki daireler 19

üzerinde bulunduğunu savunan sistemi, önceki gökbilimcilere biraz da haksızlık etmiş olmamıza karşın, elde etmiş oluyorduk.

İÖ 134 yılında Hipparchus o güne değin hazırlananların en iyisi olan bir yıldız katalogunu oluşturdu. Kataloguna en parlaklarından 850 yıldızı koymuştu. (Ptolemy, kitabına bu yıldızları alarak bir yıldız haritası çizmiş ve listeye 170 yıldız daha eklemişti). Hipparchus ayrıca her yıldızın gökteki yerini bir enlem, boylam sistemiyle belirlemiş ve her yıldızın parlaklığını kendisinin bulduğu bir "kadir" sistemiyle tanımlamıştı. Kadir sisteminde yıldızlar altı sınıfa ayrılıyordu. Birinci kadire gökteki en parlak yirmi yıldız, altıncı kadire ise Ay'sız bir gecede keskin bir gözle ancak görülebilen 2.000 dolayındaki yıldız girmektedir.

İkinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci kadirler bu iki uç arasında yer alırlar.

Gökbilimci Hipparchus'un yıldızlar için böyle bir kadir sistemini oluşturmakla uğraşması şaşırtıcıdır. Çünkü antik çağın gökbilimcileri yıldızları önemli bulmuyorlardı. Onlara göre, yıldızlar yalnızca gezegenlerin devinimlerinin ardında parıldayan beneklerdi. Önemli olan gezegenlerdi ve bu yüzden de gökbilimcilerin dikkatini çeken onlardı. O dönemde çoğu kişi gezegenlerin deviniminin Dünya ve insanlar üzerinde etki yaptığını düşünüyordu. Eğer gezegenlerin devinimlerini açıklayan bir sistem bulunursa, bununla herkesin geleceğinin sistemden etkilenmesi de kestirilebilirdi. Böyle bir sistemin geliştirilmesi demek olan *astroloji* (gezegen araştırmaları) antik çağda çoğu kişiye pek ilgi çekici gelmişti.

Güneş, Ay ve yıldızlara benzeyen beş gezegenin tümü gökyüzünde ince bir şerit boyunca devinirler. Bu şerit üzerinde özel yıldız grupları bulunuyor ve yaratıcı hayal gücüne sahip olan antik çağ insanları bu

yıldız gruplarını bir şeye (çoğu kez hayvanlara) benzetiyorlardı. Her gruba takımyıldız deniliyordu. Gezegenlerin üzerinden geçtikleri şeritte bulunan on iki takımyıldız 20

ise Eski Yunancada "hayvanlar dairesi" anlamına gelen *zodiak* (Türkçe'de burçlar kuşağı-Çeviren) olarak adlandırılıyordu.

Sırası gelmişken soralım: Burçlar kuşağında neden on iki adet takımyıldız bulunmaktadır? Çünkü, güneş her takımyıldızda bir ay kalır ve bu da Ay'ın burçlar kuşağında bir takımyıldız üzerinde tam bir dönüşüne karşılık gelir.

Daha sonraki dönemlerde gökbilimciler gökyüzünün geri kalanını da takımyıldızlara böldüler. Çağımızda gökbilimciler güneye doğru yolculuk yaptıklarında ve uzayı güneyde incelediklerinde (buradan görülen yıldızlar, antik uygarlıkların çoğunun kurulmuş olduğu kuzey enlemlerinden görülmeyen yıldızlardır) gökyüzünün bu bölümünü de aynı şekilde takımyıldızlara böldüler.

Günümüzde, tüm gökyüzü küresini bölen seksen sekiz takımyıldız bulunmaktadır. Ama, şimdi de burçlar kuşağındaki on iki takımyıldız her şeye inanan bazı kişiler için en ilginç takımyıldızlar olarak kalmaktadır.

Geceler boyu gökyüzünü gözleyip gezegenlerin pozisyonlarını inceleyen gökbilimci Hipparchus, gezegenlerin devinimlerini saptamaya çalışırken gezegenlere yakın olarak görülen sabit yıldızları da gözlemlemiş olmalıdır. Ünlü gökbilimci büyük olasılıkla gökteki parlak yıldızları ve özellikle burçlar kuşağındaki takımyıldızları ezberden öğrenmişti.

İnsanlıkla ilgili bilgiler üzerine Hipparchus'tan iki yüzyıl sonra bir ansiklopedi yazmış olan Romalı bilgin Pliny'e (İS 23-79) göre, gökbilimci Hipparchus'un aklına bir yıldız katalogu hazırlama fikrini burçlar kuşağındaki Akrep takımyıldızında "yeni bir yıldız"ın görünmesi getirmiştir.

Bir gece, gene gökyüzünü gözleyen Hipparchus'un bir önceki gece orada olmayan bir yıldızı görmesinin onda yarattığı büyük şaşkınlığı düşünebiliriz.

Hipparchus yıldızları sürekli gözleyerek fikir edinmiş ve bir yıldız haritası yapmanın önemini açıkça kavramıştı.

Bu olay şaşırtıcı mıydı? Olanaksız mı? Hiçbir değişiklik ger

çekleşmeyen mükemmel gökyüzünde bir yeni yıldız nasıl görülebilirdi?

Ünlü gökbilimci, gökyüzünde solup kayboluncaya değin bu yeni yıldızı uzun geceler boyu incelemiş olmalıdır.

Böyle yaparken bunun kesinlikle benzersiz bir olay olmadığını da düşünmüş olabilir. Belki de sık sık yeni yıldızlar ortaya çıkıyor ve sonra sönüp yok oluyorlardı. İnsanlar yıldızları pek dikkatle incelemedikleri için olay dikkati çekmiyor ve yeni bir şeyin gerçekleştiğini söyleyemiyorlardı. Gökbilimciler bile bu gök cisminin yeni bir şey olduğuna emin olamıyor ve böylece kimse gerekli notları alamadan yıldız yok olup gidebiliyordu.

Gerçek kalıcı yıldızlar için bir yıldız haritası hazırlayarak Hipparchus diğer gökbilimciler ile kendisinden sonra bu konuda çalışacaklar için, arada bir böylece görünecek yeni bir yıldızı tanımayı kolaylaştırmıştı. Kuşkulu bir gök cismi bu yıldız haritasıy-la kontrol edilecekti. Yalnızca bu bile hazırladığı yıldız haritasını değerli kılıyordu.

Bir öykü olarak gökbilimci Hipparchus'un yeni bir yıldızı bulması ilgi çekici olabilir. Ama öykü gerçekten yaşanmış mıydı?

Öyküyü ileten kaynak Pliny olayları iyice araştırmadan veren do

ğurgan bir yazardı. İşittiği her şeyi yazmaya eğilimliydi. Bu yüzden kaynağın ne denli inanılabilir olduğunu bilemiyoruz. Sözgelişi, o zaman daha kaybolmamış olan Hipparchus'un yazdığı metinleri görüp okumuş muydu? Eğer böyleyse Pliny'i inanılır bir kaynak olarak alabiliriz. Diğer yandan, Pliny belirsiz bir üçüncü kişiden öyküyü duyup ilgi çekici bularak yazmış da olabilir.

Hipparchus'un yeni yıldızını söz konusu eden bir diğer kişi de, İS 200'lerde yaşamış Romalı bir tarihçiydi. Pliny'den iki yüzyıl sonra bu

tarihçi, Hipparchus'un yeni yıldızını bir kuyrukluyu; diz olarak anlatıyordu.

23

Bu da hiçbir şey ifade etmez. Çünkü o günlerde gökyüzünde tanımlanamayan herhangi bir cisme kuyrukluyıldız denilebilirdi. (Günümüzde böyle cisimlere niteliği belirlenemeyen uçan nesne, uçan daire anlamına gelen ***UFO\ax*** diyoruz).

Günümüze kadar erişen Eski Yunan ve Babil gökbilim kayıtlarında Hipparchus'un sözünü edişinin dışında herhangi bir yeni yıldız ya da geçici yıldızdan söz açılmadığına göre, bu da niteliği belirlenemeyen bir gök cismi olabilirdi.

Bugün bizler yeni yıldızların göründüğünü, hatta bu olayın pek sık olduğunu ve böyle görülen yıldızlardan bazısının pek parlak olduklarını biliyoruz. Şu halde böyle yıldızlar neden antik çağda da görülmemiş ve çevreye duyurulmamış olsunlar?

Daha önce belirttiğimiz gibi, yeni yıldızların tanınması (teşhis edilmesi) güçtür. Gökyüzüne herhangi bir gecede bakan herhangi bir kişi, yıldızlan karmakarışık bir düzen içinde görür. Herhangi bir gecede parlak bile olsa gökyüzüne yeni bir yıldız eklensin. Bunu olasılıkla ancak kendisini bu işe adamış bir gökbilimci fark edebilir. Bazen gökbilimciler bile bu durumu fark etmeyebilirler. Burçlar kuşağındaki yıldızları ve gezegenleri inceleyen antik çağın çoğu Babilli ve Eski Yunan gökbilimcileri gezegenlerin pozisyonlarını en iyi gözlemleyebilecek yerlerde yaşıyorlardı. Buna karşın, onlar bile burçlar kuşağındaki yeni bir yıldıza dikkat etmeyebilirlerdi. Hipparchus bile, bu yeni yıldıza belki de burçlar kuşağındaki yıldızlar arasında göründüğü için görebilmişti.

Üstelik Aristo'nun göklerin mükemmelliğine ilişkin düşünceleri şimdi de etkisini sürdürüyor ve bu da başka bir engeli oluşturuyordu. Gökbilimciler bir kez gökte hiçbir değişiklik olmayacağı fikrine kapılınca, herhangi bir değişimi bildirmede isteksiz davranacaklardı.

Kendilerine inanılmamasından korkacak ve ünlerinin tehlikeye düşeceği endişesine kapılacaklardı. Gerçekte kendi kendilerine alçak sesle görme yeteneklerini yitirmeye baş-

ladıklarını söyleyecek ve optik yanılgıya düştüklerini düşüneceklerdi. Bu yolda halk arasında hiç de hoş karşılanmayacak bir bildiri yapmanın rizikolarından kaçınacaklardı.

Son olarak, böyle bir şeyi bildirmek kutsal olarak inanılan bir şeye karşı saygısızlık göstermek anlamına bile geliyordu. Hıristiyan ya da Müslüman olsun, ortaçağın gökbilimcileri gökyüzünün (ve özellikle Güneş'in) mükemmelliğini Tanrı'nın mükemmelliğinin bir simgesi olarak görmüşlerdi. Bu mükemmellikte herhangi bir kusur görmek Tanrı'nın ustalığından kuşkulanmak demek olacaktı ki, bu da pek ciddi bir hata yapmak olurdu. Adem ve Havva'nın, Cennet Bahçesi'nde yasak meyveyi yemiş olmaları nedeniyle Dünya mükemmeliyetten uzak görünüyordu. Onlar bu hatayı yapmasalar Dünya bile gökler kadar mükemmel olacaktı.

Bu nedenlerle gökbilimin tüm erken dönemi boyunca yeni yıldızlar arada bir görünmüş olabilir. Ama, bunları gökbilimciler ya fark etmemiş ya da gözlerine inanmamışlar veya sağgörülü bir şekilde çenelerini tutmuşlardır.

Çin'in "Konuk Yıldızları"

Oysa, yalnızca Avrupa ve Yakındoğu uygarlığın tek beşiği değildi.

İki bin yıllık bir süreyle, İÖ 500 ile İS 1500 yılları arasında bilim ve teknoloji alanlarında Çin, Batı'mn önünde gitmişti. Antik ve ortaçağlar boyunca Çinli gökbilimciler gökyüzünü dikkatle gözleyip herhangi bir yerindeki değişikliği hemen saptamışlardı. Bu bilim adamlarının çalışmalarına gökyüzünün mükemmelliğine ilişkin dogmatik inançlar engel olmuyordu. Daha dünyasal bir toplum içinde yaşıyorlar ve doğaüstü olaylar onların dü

şüncelerine gereksiz sınırlamalar getirmiyordu.

Sözgelişi, Çinli gökbilimciler İÖ 134 yılında gökyüzünde bii kuyrukluyıldızın görüldüğünü bildirmişlerdi. Bu da, Romalı ta rihçiden sonra Hipparchus'un gözlemini doğrulayan başka bii bildiri oluyordu.

Elbette ki, Çinliler gökyüzünü yalnızca bilimsel amaçlarla incelememişlerdi. Onlar da Babilli ve Eski Yunanlılar gibi astroloji ile ilgileniyorlardı. Gökyüzünde oluşabilecek her değişikliğin anlamını çıkarmaya çalışmış ve bunları Dünya üzerinde gelecekte meydana gelecek olayların açıklanmasında kullanmışlardı.

Gökyüzünün ortaya koyduğu kehanetler çoğu kez felaketleri haber verdiği için (gökbilimsel gözlemler savaşların, salgınların ve ölümün belirtileri oluyordu) ülkedeki soylu kişiler ve hatta Çin İmparatoru'nun kendisi bu türden olayları def etmek ya da sonuçlarını iyileştirmek için hazırlıklı bulunabiliyordu. Eğer kötü bir durum olur da bu konuda önceden hazırlıklı bulunmazlarsa, sonunda saray gökbilimcilerinin idam edilmeleri beklenmeyen bir olay sayılmıyordu.

Sonuç olarak Çinli gökbilimciler gözlemlerini pek dikkatle yapıp bir şeyi; kalıcı yıldızlar arasında "konuk yıldızları"ı özenle saptadılar. Günlük olayları kaydettikleri vakayinamelerde tümüyle Batılı gökbilimcilerin gözünden kaçan 50'den fazla yıldızı bildirdiler. Çin bilim ve teknolojisini benimseyen Koreli ve Japon gökbilimciler de bu yıldızlardan bazısını saptamışlardı.

Çinlilerin saptadığı yeni yıldızlardan birkaçı pek parlaktı ve altı ay ya da daha uzun süreyle gökte görülmüşlerdi. Özellikle parlak yıldızlardan beşinin varlığı antik ve orta çağlarda bildirilmişti. Örneğin, İS 183 yılında Erboğa (bir başka adı Kantoris-

Çeviren) takımyıldızı içinde yer alan pek parlak bir yıldız ile İS

383 yılında Akrep takımyıldızında biraz daha az parlak olarak görülen bir yıldızı Çinliler saptamışlardı.

Bu yıldızların Avrupa'daki gökbilimciler tarafından bildirilmemiş olması şaşırtıcı değildi. O yıllarda Eski Yunan gökbilimi gerilemeye başlamıştı ve ortadan kalkıyordu. Ptolemy'den son-26

ra önemli bir Eski Yunan gökbilimcisine rastlanılmaz. Gene o yıllarda Romalılar herhangi bir bilimle ilgilenmiyorlardı.

Akrep takımyıldızındaki yeni yıldız, gökyüzünün en parlak kalıcı yıldızı olan Akyıldız'dan (Sirius) daha parlak değildi. Gökyüzünü profesyonel olarak gözleyen ve göğün o yıldızın görüldüğü bölümünü de ezberden bilip o yöne bakan bir kişi için böyle bir yıldızın varlığına dikkat etmemiş olmak şaşırtıcı bir durum olurdu.

Ayrıca, Akrep takımyıldızındaki bu yıldız Çinlilere göre sekiz ay süreyle görünür durumda kalmasına karşın, Akyıldız gibi parlak olduğu süre birkaç geceyi geçmemişti. Sonra, birdenbire parlaklığı sönmüş ve ışıldaması azalJ-kça pek hevesli birkaç Çinli gökbilimciden başka kimsenin dikkatini çekmemişti.

İS 183 yılında Erboğa takımyıldızında görülen yeni yıldız Çinlilerin saptamalarına göre iki yüzyıl sonra Akrep takımyıldızında görülen yeni yıldızdan çok daha parlaktı. Erboğa'daki yeni yıldız birkaç hafta süreyle gökyüzünde Güney ve Ay dışında tüm gök cisimlerinden daha parlak olarak kalmıştı. Böyle bir gök cisminin gözden kaçırılması olanaksızdı ama bu yeni yıldız güney göklerinde görülüyordu ve bu da çok parlak bir gök cismi olmasına karşın, gözlenmesinde güçlük yaratıyordu. Çin'deki Lo-yang gözlemevinden (ya da rasathane-Çeviren) bile bu yeni yıldız kesinlikle güney ufkundan 3° yükseklikte görülmemişti.

Avrupa'da Fransa, Almanya ve hatta İtalya'nın herhangi bir bölgesinden bu yeni yıldız kesinlikle görülmüyordu. Sicilya ve Atina'da ise, yeni yıldız ancak ufuk üzerinde gözlenebiliyordu.

Oysa, aynı yıldız o sıralarda Eski Yunan'ın gökbilim merkezi haline gelmiş olan İskenderiye'nin daha güneyinde kalan bölgelerde görülebiliyordu.

Buna karşın, yeni yıldız Eski Yunanlı gökbilimciler tarafından saptanıp bildirilmemişti. En azından İskenderiyeli bir bilim adamı yeni yıldızı fark etmişse bile Aristo'nun fikirlerine duyduğu say-27

gıdan ötürü durumu bildirmemiş ya da bildirmişse bile gökbilimciler çevresi benimsemediğinden bildiri zamanımıza kadar eri

şememişti.

İS 393 yılında Akrep takımyıldızında görülen yıldızdan sonra altı yüzyıl süreyle Çinliler tarafından dikkati çekecek parlaklıkta yeni bir yıldız saptanmadı. Daha sonra 1006 yılında Kurt takımyıldızında yeni bir yıldızın saptandığı bildirildi. Kurt takımyıldızı da, Erboğa takımyıldızına yakındır ve bu yüzden yalnızca güney göklerinde görülebilir.

Yeni yıldız güneydeki yerine karşın hem Çinli hem de Japon gökbilimciler tarafından saptanıp bildirilmişti. O dönemde gökbilim Batı'da en iyi şekilde çağın en yüksek bilim aşamalarını yaşayan Araplar tarafından uygulanıyordu. Bu yeni yıldızı Araplar en az üç bildiriyle saptadılar.

Yeni yıldızın geniş bir alandan görülmesi şaşırtıcı olmamalıdır: Çünkü, tüm raporlar onun parlaklığı konusunda fikirbirli-

ğine varıyordu. Çağdaş gökbilimciler bu yıldızın, Venüs'ün en parlak durumuna oranla belki de 200 katı parlaklıkta olduğunu ve bu nedenle de olasılıkla Ay'ın tüm parlaklığının onda biri parlaklıkta olduğunu kestirmektedirler. Ancak, yeni yıldız birkaç hafta süreyle Venüs'ten parlak kalmasına karşın, belki de üç yıl süreyle görülmüştü.

Yeni yıldız, güney Avrupa'dan görülebilecek denli güneyin gök-lerindeydi. İtalya, İspanya ve güney Fransa'da kişilerin geceleyin gökyüzüne, güneye doğru bakıp bu yıldızı görünce şaşkınlıklar içinde kalışlarını hayal edebiliriz. Oysa, bu şaşkınlıklarını belirten hiç değilse bir bildiriyi bile geriye bırakmamışlardı. İsviçre ve İtalya'daki iki manastır tarafından tutulan vakayinamelerde yeni parlak bir yıldız

diye yorumlanabilecek iki kısa not bulunmaktadır. Àma hepsi de bu kadardır.

Yıldız, İS 1006 yılında görüldüğüne göre, insan bu yıldızı o dönemde yaşayanların dünyanın sonu geldi diye algıladıklarını 28

düşünebilir. Çünkü o dönemde yaşayan bazı kişiler İsa peygamberin dünyaya gelişinden bin yıl kadar sonra böyle bir sonun beklenebileceğini düşünüyorlardı. Ancak, böyle ölümcül bir olasılı

ğın bile, onların yeni yıldızı fazla özenle incelemelerine neden olamadığı görülüyor.

Daha sonra 1054 yılında (ve temmuz ayının 4'ünde... Sanki ABD'nin bağımsızlık gününün önceden kutlanışı gibi) yeni bir yıldız bu kez Ekvator'un kuzeyinde ve Boğa takımyıldızının içinde parıldamaya başladı. İS 183 ve 1006 yıllarında güney göklerinde görülenlerin tersine bu yıldız tüm kuzey yarımküresinden açık bir şekilde görülebiliyordu. Bunun da ötesinde, yıldız burçlar kuşağında ve bu nedenle de gözden kaçırılması güç bir pozisyondaydı.

Ayrıca bu yeni yıldız Akyıldız kadar ve İS 393'te (gene burçlar kuşağında) görülmüş olan yıldız kadar parlak değildi. Boğa takımyıldızındaki bu yıldız Venüs'ün en parlak olduğu zamanın iki, üç katı kadar parlaktı. Üç hafta süreyle gökyüzünde gün ışı

ğında bile görülebilecek kadar parlak olarak kalmıştı (kuşkusuz nereye bakılacağını bilirsek onu görebilirdik). Ve geceleri, Venüs-

ün uygun zamanlarda ortaya koyduğu sönük lekeler gibi gölgeler yapıyordu. Yıldız iki yıl süreyle çıplak gözle görülebilecek şekilde kalmış ve 1006 yılında görülenin dışında tarihin bu dönemlerinde en parlak yeni yıldız olmuştu.

Sonraki yıllarda bu görülmeye değer ve kolayca görülebilen yıldızın *yalnızca* Çinli ve Japon gökbilimciler tarafından saptanıp bildirildiği

düşünülmüştür. Çünkü Avrupalı ve Arap gökbilimciler bu yeni yıldız konusunda hiçbir bildiri yapmamışlardı.

Olay nasıl böyle olabilirdi? 1054 yılının temmuz ayındaki yeni yıldız en parlak durumundayken güneş batmadan önceki saatlerde pek göze çarpar halde olması gerekirdi. Belki de çoğu Avrupalı o saatte uyuyor ya da gökyüzü bulutlarla kaplı oluyordu. Ya da hava bulutsuzsa ve henüz uyumayan kişiler varsa böy-29

leleri yeni yıldıza Venüs'tür diye bakmışlardı. "Ama, bu Venüs olamaz" diye düşünenler olmuşsa bunlar aynı zamanda Aristo'yu ve Tanrı'nın ustalığını akıllarına getirerek rahatsız bir bi

çimde başlarını başka tarafa çevirmişlerdi.

Ancak, son yıllarda 1054 yılındaki yeni parlak yıldıza değinen bir Arap tanımı ortaya çıkarılmış ve hatta bir İtalyan el yazmasında da aynı olaya ilişkin satırlar okunmuştur.

Bunlar insana biraz olsun rahatlık verir. Bizlerin yani Batılıların geleneğinde Avrupa'da yapılmış bir saptama ve tanım yoksa yeni bir yıldızın var oluşu düşünülemez diye bir duyumsama bulunmaktaydı. Avrupalıların gözlerinin önünde olan bir şeyi görmelerinden daha da kolayı uzak ülkelerde yaşayanlar için fantezi görüyorlar diye kestirip atmaktı. Gene de, biraz sonra açıklayacağımız gibi, Batı dünyasında hiçbir bildiri olmamasına kar

şın, Çinli ve Japon gökbilimcilerinin bu konuda kesin olarak haklı olduklarına ilişkin sağlam kanıtlara sahibiz.

1181 yılında Çinli ve Japon gökbilimciler, Koltuk takımyıldızında yeni bir yıldızın varlığını bildirdiler. Bu yeni yıldızın da tüm kuzey yarımküreden görülmesi gerekiyordu. Ancak bu yıl diz yalnızca, kuzey göklerinde ikinci parlak yıldız olan Vega ka dar parlaktı ve gene Avrupalıların dikkatini çekmemişti.

Sonraki dört yüzyıl içinde hiçbir yeni yıldız gözlemlenmedi.

Yeni bir yıldız görüldüğünde ise artık koşullar değişmişti. Çinli ve Japon gökbilimcilerin konularında eskisi kadar hünerli olmalarına karşın, Avrupa'da bir yeniden doğum oluyordu. Artık dünyaya yol gösterecek olan Avrupa bilimiydi.

tik Nova

1543 yılında Polonyalı gökbilimci Nicholas Copernicus (1473-1543) gezegenlerin pozisyonlarını önceden kestirebilmek üzere gerekli matematik işlemlerini anlatan bir kitap yayınladı. Bu ki-30

tapta Dünya'nın yanısıra Merkür, Venüs, Mars, Jupiter ve Satürn'ün Güneş'in çevresinde döndüğü varsayılıyordu. (Ay'ın şimdi de Dünya'nın çevresinde döndüğü düşünülüyordu). Bu varsayım, Copernicus'un hâlâ gezegenlerin birtakım dairesel yörüngeler bileşimi üzerinde devindiğini benimsemesine karşın, sorunu daha iyi gezegen cetvelleri hazırlamak üzere basitleştiriyordu.

Copernicus'un yaşamının sonunda yayınlanan bu kitap (baskıdan yeni çıkmış kopyası bilim adamının eline ölüm döşeğinde verilmişti), pek çok tartışmalara yol açtı. Ağır ve kocaman Dünya'nın büyük bir hızla döndüğüne inanmayı isteyen pek az kişi vardı. Çünkü, bu dönüş hiçbir şekilde duyumsanmıyordu. O yıllarda "günmerkezli" (Güneş merkezine bağlı olan-Çeviren) kuramı gökbilimciler tarafından benimsendi en az yarım yüzyıl geçmiş olmasına karşın, Hipparchus ve Ptolemy'nin ortaya koymuş-

oldukları gök cisimlerinin görüntüsü ciddi biçimde kuşkular uyandırmaya başlamıştı.

Copernicus'un kitabının yayınlanışından üç yıl sonra, daha sonraları Danimarka'nın bir parçasını oluşturacak olan İsveç'in en güney bölgesinde Tycho Brake (1546-1601) dünyaya geldi. Öğreniminin başlarında Tycho'nun ilgisini hukuk çekmişti. Ama, Tycho on dört yaşındayken bir Güneş tutulması (ya da gün tutulması-Çeviren) olayını izleyince dikkatini gökbilime çevirdi. (Ve bu, hem Tycho hem de gökbilim için şanslı bir olay oldu).

Tycho'ya fırsat 1572 yılında, yirmi altı yaşındayken ve adı henüz Avrupa'da duyulmamışken geldi.

O yıla değin, gökbilimcileri de içermek üzere Avrupalılar yeni yıldızlar hakkında hiçbir şey bilmiyorlardı. Hipparchus'un yeni yıldıza ilişkin belirsiz bir öyküsü ellerine geçmişti ama bu konuda Ptolemy ağzını açmadığı için o olay kolayca antik bir masal sanılabiliyordu. 1006 ve 1054 yıllarında görülen yeni yıldızlara değgin vakayinamelere düşülen notlar da o denli gözlerden uzak-31

tı ki, 1500'lü yılların gökbilimcileri bunları hiç duymamış olabilirlerdi.

Durum kısaca böyleydi! Kuşkusuz, hiçbir Avrupalı gökbilimci Çinli, Japon ve Koreli meslektaşlarının yaptığı yıldızlarla ilgili saptamaları bilmiyordu.

İşte o sırada, 1572 yılının 11 Kasım günü amcasının kimya laboratuvarından sokağa çıkan Tycho Brake, gökyüzünde daha önce hiç görmediği bir yıldızı gördü. Bu yeni yıldız; Koltuk takımyıldızı içindeydi ve bu iyi bilinen takımyıldızın tüm yıldızlarından daha parlaktı. Ve Tycho gibi yıldız haritasını iyi bilen bir kişi için bu yıldızın gözden kaçırılması olanaksızdı.

1181 yılında görülen yıldız gibi bu yıldız da Koltuk takımyıldızı içinde yer alıyordu ve Venüs'ün en parlak halinden oldukça parlaktı. Bu yıldızın herhangi bir gökbilimci tarafından Venüs ile karıştırılması olanaksızdı. Çünkü, burçlar kuşağının dışmdaydı ve herhangi bir gezegen tarafından işgal edilecek alanın uza-

ğındaydı.

Ertesi sabah Tycho büyük bir heyecanla her gördüğüne bu yeni yıldızı anlatırken bu kişilerin yıldızı bir gece önce görüp görmediklerini söyleyebileceklerini umuyordu.

Bazı kişiler bu yeni yıldızı gördüğünü söyledi. Şu halde Tycho-nun görme yeteneğinde bir bozukluk bulunmuyordu. Ama bu kişilerden

hiçbiri yıldızın yeni olup olmadığını, eğer yeniyse ilk kez ne zaman göründüğünü söyleyemiyordu. Gerçi, parlak bir yıldızdı ama onlara göre kendi yaşamları boyunca her gece yıldız orada görünmüş olabilirdi.

Oysa, Tycho daha önce gökyüzünün o yerinde bir yıldızın bulunmadığına inanıyordu. Ama, o sıralarda amcasının kimya laboratuvarında çalıştığından gökyüzüne bir süredir bakamamış-

tı. Bu nedenle bir gece önce ve hatta birkaç gece önce yıldızın orada bulunmadığına yemin edemiyordu. (Ancak, pek ilginçtir ki, bir Alman gökbilimcisi olan Wolfgang Schuler bu yeni yıldı-

Tycho, "değişmeyen" gökte yeni bir yıldızı görünce şaşırmıştı.

zı Tycho'dan beş gün önce, 6 Kasım 1572 günü, Güneş batmadan önce görmüştü.) Tycho kendisinden daha önceki gökbilimcilerden hiçbirisinin yapmadığı bir şeyi yapıp geceleri bir dizi gözlemlere başladı. Daha önceki yıllarda Almanya'da kaldığı zamanda bazıları çok iyi olan araçlar yapmıştı. Bunlardan birini hemen kullanmaya

girişti. Bu araç, büyük bir altılık idi (denizcilikte bu araca sekstant denilir-

Çeviren). Tycho bu aracı ile, açısal birimler halinde yeni yıldızın Koltuk takımyıldızı içindeki diğer yıldızlardan uzaklıklarını öl

çebiliyordu. Yapılışlarındaki mükemmellikten uzak oluş nedeniyle meydana gelecek hataları düzeltmek üzere Tycho araçlarını dikkatle ayar etti ve ışığın atmosferdeki kırılışından doğacak hatayı yok etmek için gerekli karşılığı da hesapladı. Her gözlemini yapıldığı koşulları ve sonuçlarını içermek üzere kayıtlara geçirmeyi de ihmal etmedi.

Elbette ki, Tycho'nun elinde bir teleskop bulunmuyordu. Çünkü teleskopun bulunması için bir otuz altı yılın daha geçmesi gerekiyordu. Oysa Tycho gökbilimin tarihine teleskop öncesi ça

ğın en iyi gözlemcisi olarak ün yaparak geçti. Aslında onun yeni yıldızı gözlemlemesine ilişkin çalışmaları belki de Copernicus-un yeni kuramından daha etkin bir biçimde çağdaş gökbilimin başlangıcını oluşturuyordu.

1572 yılında görünmüş olan yeni yıldız, Kutupyıldızına yeterince yakındı. Bu yüzden ufkun altına hiç inmiyor ve her zaman gökyüzünde kalıyordu. Bu nedenle de, Tycho yıldızı gecenin herhangi bir saatinde gözlemleyebiliyordu. Genç bilim adamı yıldızın pek parlak oluşu ve onu günün her saatinde görebilmesi kar

şısında şaşkınlıklara düşüyordu.

Ancak yeni yıldız göreceli olarak kısa süreyle böyle parlak kaldı ve geceden geceye parlaklığını yitirmeye başladı. 1572 yılının aralık ayında artık Jüpiter'den parlak değildi. 1573'ün şubatında güçlükle görülebiliyor, 1574 yılının mart ayına gelindiğinde yıl-34

diz artık gözden kaybolmaya başlıyordu. Yeni yıldız, Tycho'nun gözleminde olmak üzere 485 gün süreyle görülebilir durumda kalmıştı. Çinli ve Koreli gökbilimciler de bu yeni yıldızı fark etmiş

ama Tycho'nun duyarlı ölçümlemelerini yapamamış, işte bu noktada Avrupalıların gerisinde kalmaya başlamışlardı.

Bu yeni yıldızın taşıdığı gizler nelerdi? Yoksa, Aristo'nun gökyüzünün mükemmelliği ve değişmezliği düşüncesine uygun olarak yalnızca atmosferik bir olay mıydı bu? Atmosferik bir olay 485 gün süreyle *aynı yerde* sabit kalabilir miydi? Çünkü Tycho, yıldızı dikkatle gözlemlerken onu bulunduğu takımyıldız içinde diğer yıldızlara göre hep aynı yerde ölçümlemişti.

Ve hatta Tycho yeni yıldızın uzaklığını doğrudan doğruya belirlemeye çalışmıştı. Bu, bir gök cisminin ıraklık açısını (ya da paralaksı'nı-Çeviren) ölçmekle yapılabilir. Yani, gök cisminin birbirlerinden uzak, farklı yerlerden gözlemiyle gök cisminin yer değiştirmesi arasındaki farklar bulunarak ıraklık açısı saptanmış olur.

Gök cisimleri içinde Dünya'ya en yakını olan Ay'ın ıraklık açısı teleskopsuz olarak ölçülemeyecek kadar küçüktür. Hipparchus'un zamanından beri Ay'ın uzaklığı, Dünya'nın çapının otuz katı olarak bilinmektedir. Çağdaş uzunluk ölçüleriyle bu uzaklık 380.000 kilometre (ya da 240.000 mil)'dir.

Ay'dan daha küçük ıraklık açısı olan herhangi bir gök cismi, Dünya'ya Ay'dan daha uzakta ve gökyüzünün bir parçası olmalıydı. Yeni yıldızın ıraklık açısı o denli küçüktü ki, Tycho'nun tüm çabalarına karşın ölçülemiyordu. Kesinlikle bir atmosfer olayı değildi ve bu yüzden de diğer yıldızlar gibi bir yıldızdı.

Buluşu öylesine önemliydi ki, oldukça uzun bir duraksamadan sonra Tycho bu konuda kitap yazmaya karar verdi. Genç gökbilimci kendisini soylu bir kişi sayıyordu. O günlerde soylu bir kişi kendisinden daha düşük düzeyde olanlara bir şeyi açıklayarak küçük düşemezdi. Ancak buluşunun dirimsel önemi karşısında kitap yazmaya kendisini inandırabilmişti.

O yıllarda bilimsel kitaplarda yapıldığı gibi Latince olarak yazılan kitap 1573 yılında yayınlandı. Sayfaları büyük boydaydı ama kitap kalın değildi. Yalnızca elli iki sayfayı içeriyordu. Kitabın uzun bir de adı vardı. Ama bu kitaba başvuru yapılırken her zaman kısa olan *De Nova Stella* ("Yeni Yıldızla İlgili") adı kullanılır.

Kitap genellikle yeni yıldızın astrolojiyle ilgili önemi hakkında bilgiler veriyordu. Çünkü, Tycho zamanının çoğu gökbilimcisi gibi, astrolojiye katı biçimde inanıyordu. Ancak astroloji bir yana bırakılırsa, Tycho yeni yıldızın parlaklığı ve haftadan haftaya bu parlaklığın değişmesini betimlemişti. Yıldızın yeri ile ilgili betimlemeler yapmış ve hatta çevresindeki yıldızları da yerine oturtmak üzere oluşturduğu çizimlerle yıldızın nerede görüldüğünü iyice belirleyen şekiller çizmişti.

Daha da önemlisi, yıldızın yerinin kesinlikle değişmediğini ve ölçülebilecek büyüklükte bir ıraklık açısı bulunmadığını anlatmıştı. Bû, bir yıldızdı; *yeni* bir yıldızdı. Ve göklerde açıkça görülen bir değişiklik gerçekleşmişti.

Kitabın yayınlanışı bir heyecan yaratmıştı çünkü kitap Eski Yunan gökbiliminin bitişini işaretliyordu. Gökyüzünün kalıcılığı ve mükemmelliğine ilişkin tüm fikirlerden vazgeçiliyordu artık. Ger

çekte, 1577 yılında parlak bir kuyrukluyıldız görülmüş ve ardındaki yıldızlara göre açıkça devindiği fark olunmuştu. Tycho'nun gösterdiği gibi, bu kuyrukluyıldızın da bir ıraklık açısı bulunmuyordu. Bu nedenle kuyrukluyıldızların dahi Ay'dan daha uzakta olduğu, atmosferik bir olay *olmayıp* gökyüzünün bir par

çasını oluşturdukları görülüyordu.

Kitabın yayınlanışı ile Tycho bir anda Avrupa'nın en ünlü gökbilimcisi haline gelmişti. Ayrıca, kitabının adında kullandı

ğı *nova* (anlamı, "yeni"dir) sözcüğü artık yeni yıldız anlamında kullanılmaya başlamıştı. O günlerden sonra gökyüzünde görülen her yeni yıldız için *nova* denildi.

Daha Başka Novalar

Tycho'nun novasının sonuçlarından biri pek çok gökbilimcinin gezegenleri gözlemeyi bırakıp dikkatini yıldızlar üzerinde yoğunlaştırması şeklinde oldu. Belli olmuştu ki, yeni bir yıldızı keşfetmek kişiyi ünlü yapıyordu. Daha sonraki bir insan kuşağı süresince gökyüzündeki kalıcı yıldızlar arasında değişikliklerin pek seyrek gerçekleşmediği görüldü.

15% yılında Tycho'nun arkadaşı olan Alman gökbilimcisi David Fabricius (1564-1617), Balina takımyıldızı içinde daha önce orada olmayan bir novayı keşfetti. Yıldız üçüncü kadirdendi. Bunun anlamı, yeni yıldızın orta parlaklıkta oluşuydu. Ama, gökbilimciler yakınlarından geçen yıldızlardan habersiz kalmıyorlardı artık.

Bu, yeni bir yıldız mıydı? Bir karara varmak güç olmuyordu.

Çünkü kişinin gözlemini sürdürmesi buna yeterliydi. Zamanla, yeni yıldızın parlaklığı azalarak yıldız gözden kayboldu ve Fabricius gerçekten bir nova bulmuş olduğunu ileri sürecek bir özrü dé bulmuş oldu.

Sonraki nova olayına Alman gökbilimcisi Johannes Kepler'-

in (1571-1630) adı karıştı.

Tycho'nun yaşlılığında Kepler onunla birlikte çalışmıştı. Tycho birçok yılını, ardındaki yıldızlı zemine göre yerini değiştirerek devinen Mars'ı gözlemleyerek ve dikkatli ölçümlemeler yaparak geçirmişti. Bu gözlemleri kullanarak gezegenin yörüngesiyle ilgili gerçeklere varacağını umut ediyordu. Artık yaşlanmış olan ünlü gökbilimci Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ile Satürn'den hep-

'sinin Güneş'in çevresinde döndüğünü ve bu sırada Güneş'in de çevresindeki gezegenlerle birlikte Dünya'nın çevresinde dönmekte

olduğunu göstermeyi istiyordu.

1601 yılında Tycho ölürken tüm kayıtlarını yardımcısına bırakıyor, yardımcısının bunları temel ipuçları gibi kullanacağını ve 37

"Tychonik sistem" adım verdiği sistemi kanıtlayacağını umut ediyordu.

Kuşkusuz, Kepler bu sistemi kanıtlayamadı. Ama, 1609 yılında kanıtladığı sistem, Mars'ın Güneş'in çevresinde bir daire çizerek dönmediği ve hatta Plato'nun ısrarla savunduğu ve Copernicus'u da içermek üzere tüm Batılı gökbilimcilerin varsaydıkları biçimde daireler bileşimi üzerinde dönmediği biçiminde oldu. Bunun yerine, Güneş merkezde olmak üzere Mars, Güneş'in çevresinde eliptik bir yörünge üzerinde dönüyordu. Kepler araştırmalarını sürdürdükçe tüm gezegenlerin eliptik yörüngeler üzerinde devindiklerini gösterdi.

Sonunda, Kepler Güneş sisteminin gerçek betimlemesini yapmıştı. Ve Copernicus'unki değil ama Kepler'in sistemi gerçeğe uyuyordu. O günden bu yana geçen yaklaşık dört yüzyıl boyunca Kepler'in sistemi üzerinde temel bir geliştirme yapılmadı. Daha geniş kapsamlı kuramlar üzerinde çalışıldı, yeni gezegenler keşfedildi ama eliptik yörüngeler aynen kaldı ve belki de böyle kalmayı hep sürdürecekler.

1604 yılında Kepler henüz sistemi tam oluşturmadan önce Yılancı takımyıldızı içinde yeni bir yıldız parıldamaya başladı. Bu, Fabricius'unkinden daha parlaktı ama kesinlikle Tycho'nun novasından daha parlak değildi. 1604 yılındaki nova, Jüpiter kadar parlaktı. Ve belki de parlaklığı Venüs'ün en parlak olduğu zamanın yalnızca beşte biri parlaklıkta oluyordu.

Ancak, gökyüzündeki şaşırtıcı gelişmeler çeşitli gökbilimciler tarafından şimdi de inceden inceye araştırılmış bulunuyordu. Kepler ve Fabricius da, 1604 yılındaki novanın yerini ve değişimlerini haftadan haftaya dikkatle ölçümlemişlerdi. Bu novanın gözden kayboluşu bir yıla yakın sürede olmuştu.

Böylece 1572'den 1604 yılma kadar olan bir insan kuşağı kadar olan otuz iki yıllık sürede, gökyüzünde ikisi oldukça parlak üç nova gözlemlenmişti. Bunların hepsi de görülmeye değer olaylardı. Ancak, bu türden olaylar onları gözleyenlerin kuşkulandıkları kadar seyrek gerçekleşmiyordu.

2
DEĞİŞEN YILDIZLAR

Görünmeyeni Görebilme

1604 yılındaki Kepler'in saptadığı novanın görüldüğü dönemde, insanoğlunun yıldızları inceden inceye gözleyişi aynı yoğunlukla sürüyordu. Gökyüzü şimdi de insana somut bir maddeden yapılmış bir küre gibi görünüyordu. Yıldızlar gök kubbede ışıklı benekler gibiydi ve sabit olarak duruyorlardı.

Arada bir, minik bir parlaklık baskın yapıyor; bilinmeyen bir güç gök kubbeye bir nova yerleştiriyordu. Bu tür parlak noktalar her zaman işaretlerini veriyor ve sonra sönerek uzaklaşıyorlardı. Parlaklıklarının fazla oluşu oranında gökyüzünde görünme süreleri de uzuyordu. Ama, novalar eninde sonunda ortadan yok oluyorlardı.

Nova bir kez sönüp gözden kaybolunca, çıplak insan gözünün ayırt edemeyeceği kadar sönükleşip gene de varlığını sürdürebilir miydi? Ve hatta, her zaman görülemeyecek denli sönük 39

olan yıldızlar var mıydı? Evrenin başlangıcından beri var olan ya da başlangıcı ne olursa olsun hep görülemeyecek denli sönük olup da bu nedenle göremediğimiz yıldızlar bulunuyor muydu?

Bazı bilge kişiler bu ya da buna benzer soruları sormuş olmalılar. Sözgelişi, bir Alman papazı olan Cusa kentinden Nicholas (1401-1464) sonsuz boyutlardaki uzaya sonsuz sayıdaki yıldızların dağılmış olduğuna, bu yıldızların gerçekte güneşler olduklarına ama Dünyâ'dan çok uzaklarda oldukları için yalnızca sönük noktalar olarak göründüklerine (kuşkusuz, görülebildikleri zamanlarda), bütün bu yıldızların çevresinde gezegenlerin bulunduğuna ve hiç değilse bazılarında akıllı yaratıkların yaşadı

ğına inanıyordu. Ve de, sonsuz sayıda yıldız varsa ve insanlar bunlardan yalnızca birkaç binini görebiliyorsa, yıldızlardan büyük çoğunluğu görülemeyecek denli sönük olanlardı.

Nicholas'ın fikirleri insana pek çağdaş düşüncelermiş gibi gelebilir. Oysa, biz onun böyle sonuçlara nasıl ulaştığına değgin en ufak bir fikre sahip değiliz. O dönem için pek ürkütücü sayılan bu fikirleriyle çevresindekileri inandırabilmiş miydi? Bunu da bilemiyoruz. Bildiğimiz, yalnızca onun fikirlerini destekleyecek herhangi bir gözlem kanıtına sahip olmadığıydı.

Bilge Alman papazı Nicholas'ın fikirlerini aradan bir buçuk yüzyıl geçtikten sonra İtalyan bilim adamı Giordino Bruno (1548-1600) benimsedi. Bruno'nun yaşadığı dönemde protestan devrimi başlamış bulunuyordu. Tüm Avrupa'da kilise üyeleri bu nedenle tedirgin, kuşkulu ve güvencelerini yitirmiş durumdaydılar.

İşte böyle bir zamanda bu denli tuhaf fikirleri benimsemiş olmak giderek tehlikeli hale geliyordu. Ekolarak, Bruno çevresindeki insanları şoke edip darıltacak derecede inatçı tavır ve fikirleri olan bir insandı. Sonunda, benimsediği fikirler ve tuhaf konuşmaları Bruno'nun başını yedi. Kazığa çakılarak idam edildi.

Bruno da hiçbir zaman fikirlerini doğrulayacak kanıtlara sahip olamamıştı. Öldüğü yıllarda kimse görülemeyecek kadar 40

uzaklarda sönük yıldızların bulunduğuna inanmıyordu. Üstelik, görülmeyen yıldızlar neden var olsunlardı ki? Tanrı neden onları

yaratmış olsundu ki? O dönemde yaşayan bazı kişilere göre, Tanrı'nın bu denli yararsız şeyleri yarattığım varsaymak düpedüz kutsal sayılan şeylere saygısızlık demek oluyordu.

1609 yılında bir başka İtalyan bilgim olan Galileo Galilei (1564-1642), her iki ucunda birer mercek bulunan bir borunun Hollanda'da icat edilmiş olduğunu ve böylece oluşturulan aygıtla cisimlerin olduğundan büyük görülebileceğini duymuştu. Galileo vakit geçirmeden bu aygıtı denemeye koyuldu ve ortaya teleskop dediğimiz araç çıktı. Galileo yeni ve cesur bir atak daha yaptı ve aygıtını gökyüzüne doğru çevirdi.

Galileo'nun teleskopu küçük ve ilkeldi. Ama, böylece ilk kez gece zamamnda gökyüzü göze yardımcı olacak bir araçla inceden inceye araştırılmış oluyordu. Teleskop çıplak gözün toplayacağından fazla ışık topluyor ve retina tabakası üzerinde bu artırılmış ışığı odaklıyordu. Sonuçta her şey daha büyük ya da aydınlık veya hem büyük hem de aydınlık görülüyordu. Sözgelişi, Ay daha büyük ve ayrıntılı olarak görülüyordu. Kişi önceden gerekli önlemleri alır ve ışınlarına karşı körleşmeden bakabilirse aynı şekilde Güneş de daha büyük ve ayrıntılı olarak gözlenebiliyordu. Gezegenler daha büyük olarak ve ufak ışık daireleri halinde görünüyordu. Pek küçük olan yıldızlar bile daha çok ışık noktasıyla görünecek kadar büyüyor ve ışımaları da daha parıltılı hale giriyordu.

Teleskopuyla baktığı her yerde Galileo yeni ve şaşırtıcı şeyler gördü. Ay'ın üzerinde gördüğü dağlar ve kraterlerin yanısıra

"deniz" sandığı düz alanlara baktı. Güneş'in üzerinde lekeler gördü. Jüpiter'in çevresinde dönen dört gezegeni olduğunu ve Venüs'ün de Ay gibi birtakım fazları yaşadığını saptadı. Teleskopun gösterdiğine göre, gezegenlerin Dünya'ya benzer yerler olduğu, belki de değişken ve mükemmellikten uzak gök cisimleri oldukları anlaşılıyordu. Güneş bile, üzerinde yeni saptanmış olan 41

lekeleriyle belli ki mükemmel değildi. Venüs'e gelince, geçirmekte olduğu fazlar nedeniyle Ptolemy'nin öne sürdüğü sistemde yer

alamaz, ancak Galileo'nun gözlemlediği şekilde Copernicus'un sistemi içinde bulunabilirdi.

Galileo'nun teleskopu Copernicus'un görüşüyle ortaya çıkmış

olan Güneş sistemi fikrini hiçbir şeyle ölçülemeyecek derili güçlendirmiş ama kendi başını da Engizisyon mahkemesiyle belaya sokmuştu. Mahkeme, Galileo'dan Copernicus'un görüşlerini yadsımasını istiyordu. Oysa, bu tutucu dinsel güç, tüm ısrarlarına karşın fikirlerin yayılmasını önlemede başarılı olamadı. Çünkü, Avrupa'nın tüm bilim çevreleri önce Copernicus'un Güneş'in merkezde ve gezegenlerin onun çevresinde yer aldığı şeklindeki tartışmasını ve sonra Kepler'in gezegenlerin eliptik yörüngeleri üzerinde devinimi tezini benimsemiş bulunuyorlardı.

Gerçekte, Galileo'nun teleskopuyla yaptığı ilk keşfi güneş sistemiyle ilgili değildi. Ünlü bilgin gökyüzüne ilk baktığında teleskopunu Samanyolu'na döndürmüş ve buranın yalın bir biçimde parıltılı dumanlardan oluşmadığını ama çıplak gözle görülemeyen inanılmaz sayıda yıldız kalabalığından meydana gelmiş

olduğunu bulmuştu. Galileo gökyüzünde nereye bakarsa baksın teleskopu ona yalnızca çıplak gözleriyle görebileceğinden çok fazla sayıdaki yıldızı gösteriyordu.

i Çıplak gözle görülemeyecek büyük sayıda ve parlaklığı az olan yıldızın bulunduğu açıktı ama bunlar Galileo'nun teleskopuyla yeterince parlatıldığında görülebiliyorlardı.

Daha sonra, bu buluşu ile bir novanın sönükleşmesi ve ortadan kaybolması olayını izledi. Belki de yeni yıldız tümüyle ortadan kaybolmuyordu. Çıplak gözle görülemeyecek denli sönük-leşiyor olabilirdi. Aslında gerçek bir nova olmayabilirdi. Şöyle ki, normalde görülemeyen sönük bir yıldız birdenbire parıldamaya başlamış, görülebilir hale gelmiş sonra gene sönükleşmiş

ve görülemez duruma geri çekilmiş de olabilirdi.

Galileo yapmış olduğu küçük teleskopa büyük gönül borcu duymuş olmalıydı. Çünkü kendisinden önce kimsenin görmediklerini görmüş oluyordu.

43

1638 yılında Hollandalı gökbilimci, Franeker kentinden Holwarda (1618-1651), kırk iki yıl önce tam Fabrieius'un novasım saptadığı yerde bir yıldız gözlemledi. Holwarda, bu yıldızın sönük-leştiğini, açıkça gözden kaybolduğunu ve sonra geriye geldiğini saptadı. Sonuçta yıldızın on bir ay kadar bir sürede parlaklığını artırıp azalttığını ancak en sönük halinde bile teleskopta görülebildiğini ortaya çıkardı. Yıldız, en sönük olduğu durumda dokuzuncu kadirdendi. (Hipparchus'un kadir sistemi şimdi de benimsenerek gözle görülebilen en sönük yıldıza altıncı kadirdendir deniyordu. Sönük yıldızlar için uygulanan daha düşük kadirler ise ancak teleskopun kullanılışı ile ortaya çıkmıştı).

Fabrieius'un novasının en parlak hali, en sönük halinin 250

katı parlaklıktaydı. Bu anlamda da bir nova yani "yeni yıldız"

değildi. Böyleyken bile, gökyüzünün değişmezliğini yıkıma uğratan bir düşünceye hizmet etmiş oluyordu. Parlaklığını değiştirme biçiminde olsa bile değişen bir yıldız, Aristo'nun gökyüzünün kalıcılığına ilişkin yetkili sayılan sözlerine karşı çıkacak bir nova oluyordu.

Günümüzde, parlaklıklarını değiştiren yıldızlar "değişen yıldızlar" olarak adlandırılırlar. Ve gökbilimci Holwarda'nın bulduğu da bunlardan ilki oluyordu. Bununla birlikte, beklenmeyen şekilde birdenbire parlaklıklarını artırıp sonra azaltan ve bu olayı düzenle olarak sürdüremeyen yıldızlara sözcük anlamı

"yeni" olarak düşünülse bile gene de nova deniliyordu. Fabrieius'un yıldızı düzenli şekilde parlaklaşıp sönükleştiği için ona bir nova değil, değişen bir yıldız denilmesi uygun görülmüştü.

1603 yümda Alman gökbilimcisi Johann Bayer (1572-1625) her yıldızı Eski Yunan abecesinin bir harfiyle ve içinde bulunduğu takımyıldızıyla

adlandıran bir sistem oluşturdu. Bayer, Fabrieius'un yıldızına, görünebilir durumdaki pozisyonuna göre

"Omikron Ceti" adını vermişti. (Bayer, bu yıldızın daha önce Fabricius tarafından bir nova olarak bildirilmiş olduğunu göz-44

den kaçırmıştı). Bir kez yıldızın değişen doğası saptanınca, bu defa bir başka Alman gökbilimcisi Johannes Hevelius (1611-1687) onu Latince'de "olağanüstü" anlamına gelen "Mira" sözcüğüyle tanımladı.

Mira gerçekten olağanüstü sayılabilirdi. Çünkü ilk keşfedildi

ğinde onun değişkenliği tuhaf ve rastlanmayan bir özellik olarak kabul edilmişti. Ama, yıldızlar için değişkenlik uzun süreyle tuhaf ve rastlanılmaz özellik olarak kalmadılar. Daha on yedinci yüzyıl sona ermeden önce değişen üç yeni yıldız daha keşfedildi. Bunlardan biri pek iyi bilinen ve Perse takımyıldızı içinde yer alan Umacı (Algol) yıldızıdır. Bu nedenle Umacı'ya bazen

"Beta Perse" adı da verilir.

1667 yılında İtalyan gökbilimcisi Geminiano Montanari (1633-1687), Umacı'nın parlaklığını değiştirdiğine dikkat etti. Yıldız bir Mira değildi. Çünkü, değişkenliği aşırı olmuyordu. Umacı, en parlak durumunda 2,2 kadirde, en sönük halinde 3,5 kadirde bulunuyordu. Şu halde en sönük haline göre, en parlak halinde yaklaşık üç kez daha parlak oluyordu.

Bu durum daha önceki dönemde Arapların dikkatini çekmiş

olabilir. Mitoloji kahramanı Perse (ya da Perseus-Çeviren) genellikle öldürdüğü canavar Medusa'nın (yılan saçlı dişi ifrit-

Çeviren) kafasını elinde tutar şekilde resmedilirdi. Yalnızca görülmesi bile insanı bir taş haline sokacak Medusa'nın çok çirkin kafası, gökbilimde Umacı yıldızıyla temsil edilir. Yıldız'a "Algol"

adı ifrit anlamına gelmek üzere Araplar tarafından verilmişti.

Bu ad, yıldız Medusa'yı temsil ettiği için mi yoksa yıldız parlaklığını değiştirdiği ve bu bakımdan gökyüzünün değişmezliğine ilişkin kutsanmış fikirlere meydan okuduğu için mi verilmişti?

Gerçekte, Eski Yunanlılar yıldızın değişken özelliğini fark edip bu nedenle mi ona Medusa'yı temsil ettirmişlerdi? Bu soruların yanıtlarını bilmiyoruz...

1872 yılında, on yedi yaşındaki sağır dilsiz bir İngiliz olan John Goodricke (1764-1786), Umacı'yı dikkatle inceledi ve yıldızdaki

değişmelerin kesinlikle düzenli olduklarını keşfetti. Umacı'nın parlaklaşma ve sönükleşme çevrimi tam altmış dokuz saat sürede oluyordu. Goodricke, Umacı'nın iki yıldızdan oluştuğunu ve bunlardan birinin öbüründen daha sönük olduğunu ileri sürdü.

Yıldızı oluşturan iki kısım birbirinin çevresinde dolanıyor ve altmış dokuz saatte bir kez sönük olanı parlak olanın önüne geçip örterek Umacı geçici olarak parlaklığını yitiriyordu. Sonunda Goodricke haklı çıktı ve böyle iki yüz kadar "örten değişen yıldız"

(ya da "örten çiftyıldız'-çeviren) bulundu.

Umacı, gerçek bir değişen yıldız değildir. Çünkü, yıldızı oluşturan ikiliden biri sürekli ve mükemmel bir şekilde parıldarken öbürü devirsel bir dönümle araya girip onun parlaklığını örtüyordu.

1874 yılında Goodricke, Sefe takımyıldızı içinde gene değişen özellikte olan "Delta Sefe" yıldızını keşfetti. Bu yıldız, Umacıdan daha az değişkendi. Ve en parlak olduğu anda, en sönük durumuna göre yalnızca iki katı parlak oluyordu. Delta SefeL

nin de her 5 1/3 günde bir parıldayıp sönükleşerek süren pek düzenli bir dönümü vardı. Ancak bu yıldızdaki parlaklığın artış

ve eksilişi bir örtme olayıyla kolayca açıklanacak türden değildi. Örten değişen yıldızlar hızla parlaklaşır ve sönükleşirken bu yıldız,

parlaklaşmasına oranla daha yavaş sönükleşiyordu.

Sonraki iki yüzyıl içinde parlaklaşma ve sönükleşme eğilimleri Delta Sefe'ninkilere benzeyen pek çok değişen yıldız keşfedildi. Ancak bunların parlaklaşma ve sönükleşme için geçen dönüm süreleri iki günden kırk beş güne değin değişiyordu. Bu tür yıldızlara "Sefeit değişkenleri" adı verildi. 1920'li yıllarda İngiliz gökbilimcisi Arthur Stanley Eddington (1882-1944) bu tür yıldızların eğiliminin yürek gibi şişip büzülerek atma şeklinde olduğunu açıklamasına değin böyle yıldızların büyüklüklerinin düzenli olarak artması ve sonra küçülmelerinin nedeni anlaşılamadı.

Değişen yıldızlardan çoğu; bazıları kısa dönümlü, bazıları uzun dönümlü, bazıları düzenli ve bazıları düzensiz olmak üzere böy-46

le "zonklayan değişen" yıldızlardır. Günümüzde bu türden binlerce yıldız bilinmektedir.

Parlaklıkları zamanla değiştiği için novalar da değişen yıldızlar listesi içine konulur. Onları bu değişimde farklı kılan, değiş

şimlerinin diğerlerinden çok büyük oranda oluşudur. Novalar parlaklıklarını iki ya da üç katı değil, binlerle ifade edilecek katı oranında artırırlar. Sonra da parlaklaşmalarından çok daha uzun sürede ve daha büyük çapta sönükleşirler. Dahası, diğer değişen yıldızların parlaklaşıp sönükleşmesi kısa sürelerde sık sık yinelenen çevrimli bir biçimde olur. Oysa, novalar bu parlaklaşma sönükleşme olayını tek atım şeklinde gerçekleştirirler. Parlaklaşma ve sönükleşme olayını yineleyen biçimde yaparlarsa, bunu da uzun ve tümüyle önceden kestirilemeyen aralıklarla oluştururlar.

Devinim ve Uzaklık

Tycho ve Kepler, görülmeye değer novalarını gözlemleyip de gökyüzünün değişebileceği tümüyle sezinlendikten sonra, yeni bir nova bildirisi yapılmadan bir buçuk yüzyıllık bir süre geçti. Ger

çekte, Fabricius'un nova diye düşündüğü yıldızın bir nova olmadığı ortaya konulmuştu.

Bunları diyerek novaların gökyüzüne baskın yapmadıklarını söylemek istemiyoruz. Ancak, bu sırada novalardan hiçbiri görülmeye değer özellikte olmamış ve gözlemlenmemişlerdi. Göğü gözleyen kişilerin sayıları giderek artmış olsa bile, yeni teleskoplarla görülen büyük yıldız kalabalığı içinde gökyüzünün her par

çasının dikkatle ve hevesle inceleyip görülmeye değer novaları keşfedecek yeterli sayıda gökbilimci bulunmuyordu. Günümüzde bile gökbilimcilerin ellerinde görkemli yıldız atlasları ile birlikte geliştirilmiş fotoğraf makineleri bulunmasına karşın, novalar baş-

langıçta gözden kaçırılmakta ve bazen parlaklıklarının üst sınırı aşıldıktan sonra tanımlanmaktadırlar. Daha önce çekilmiş ayrıntılı fotoğraflarla karşılaştırma yapıldıktan sonra gözden kaçmış böyle novaların varlığı bile saptanmaktadır.

Hiçbir novanın bildirilmediği bu bir buçuk yüzyıl içinde gene de yıldızların incelenmesinde gelişmeler gerçekleştirilmiştir.

Teleskopla yapılan yüz yıllık çalışmalardan sonra bile gökyüzünün en dışta Satürn gezegeninin yörüngesinin bulunduğu (1700'lü yıllarda da antik çağda olduğu gibi, bilinen en uzak gezegen Satürn'dü) kesiksiz, som bir küreden oluştuğuna ve yıldızların da bu küreye yapıştırılmış ışıklı noktalar olduğuna inanılması mümkündü. Elbette, teleskop bu noktaları çok büyütmüştü ama kocaman gök kubbede yıldızların hepsine yer vardı.

İngiliz gökbilimcisi Edmond Halley (1656-1742), ilk kez bir kuyrukluyıldızın sabit bir yörünge üzerinde ve Güneş'in çevresinde peryodik olarak dönmekte olduğunu açıkladı. Bilim adamının üzerinde çalıştığı kuyrukluyıldız o dönemden beri "Halley kuyrukluyıldızı" olarak adlandırılmaktadır.

Halley, daha sonraları çeşitli yıldızların yerinin saptanmasıso-runuyla uğraştı. Artık teleskop yeterince geliştirilmiş olduğu için bu işi duyarlılıkla yapabiliyordu.

Daha önce ölçümlemelerle kıyaslandığında Halley, Eski Yunanlıların bazı yıldızların yerini yanlış hesapladıklarını görerek açıkça şaşkınlığa düşüyordu. Eski Yunanlıların teleskop denilen aygıttan yoksun oldukları bir gerçekti; ancak, yıldızların yerlerinin hesaplanandan çok uzakta oldukları ve özellikle en parlak olan birkaçının yıldız haritasında yanlış yerleştirilmiş oldukları görülüyordu.

Halley, bu durumda yalnızca bir sonuca varılabileceğini du-yumsadı: Eski Yunanlılar *hatalı değillerdi.* Çünkü aradan geçen on altı yüzyıllık süre içinde yıldızlar yerlerini değiştirmişlerdi.

Halley, en parlak yıldızlardan Akyıldız (Sirius), Öncü (Procyon) ile Arktürüs'den (Arcturus) tümünün Eski Yunan döneminden

beri dikkati çekecek denli ve hatta Tycho'nun bir buçuk yüzyıl önce enlem ve boylamlarıyla saptadığı konuma göre az da olsa yer değiştirdiklerini ortaya koydu.

Gökbilimci Halley, bütün bu yıldızların sabit olmadıklarını ve uzayın engin genişliği içinde kovanlarının üzerindeki arılar gibi rasgele dolaştıklarını düşünüyordu. Tüm yıldızlar o denli uzaklarda idiler ki, yerlerinden devinimleri Dünya'ya uzaklıkları ile karşılaştırıldığında pek küçük düzeyde kalıyordu. Bu nedenle yıldızların yerlerindeki ufak değişiklikler yeterince gelişen teleskoplarla iyice ayırt edilinceye değin, geceden geceye ya da yıldan yıla yaptıkları devinimleri fark edilememişti.

Gene de eğer yıldızların yerleri yüzyıllar boyunca ve ayrı insan kuşakları tarafından saptanmışsa, özellikle birbirlerine yakın olan yıldızların yer değiştirmeleri dikkati çeker hale geliyordu. Gökbilimci Halley, Dünya'ya en yakın yıldızlar arasında Ak-yıldız, Öncü ile Arktürüs'ün bulunduğunu, bunların parlaklıkları ve "uygun devinimleri" ile kendi fikirlerinin kanıtını oluşturacaklarını düşünmüştü.

Ancak bu yıldızların Dünya'ya uzaklıkları neydi? Eğer insan yıldızlardan bazısının ıraklık açısını hesaplayabilirse uzaklıklarını söyleyebilirdi. Dünya, Güneş'in çevresindeki yörüngesinde yerini değiştirerek Güneş'in bir yanından öbür yanına geçtiğinde 300 milyon kilometrelik (186 milyon millik) bir devinim yaparken, Dünya'ya en yakın olan yıldız da yerini değiştirmiş gibi olabilirdi. Buna karşılık en yakın yıldızın görünür devinimi o denli küçüktü ki, Halley'in zamanındaki ve hatta yüz yıl sonraki teleskoplar bile herhangi bir yıldızın ıraklık açısını saptayacak denli geliştirilmemiş bulunuyordu.

1838 yılma gelindiğinde Alman gökbilimcisi Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846), adı 61 Kuğu olan bir yıldızın pek küçük ıraklık açısını ölçmede başarılı oldu. Aslında bu yıldız birbiri içinde dönen bir çift yıldızdan oluşuyordu. Her iki yıldız birlikte gözlem-Patlayan Güneşler — F . 4

lendiğinde bile özellikle parlak değillerdi ama yıldız olağandışı hızla ve düzenli olarak hareket ediyordu. Bundan dolayı Bessel bu yıldızı incelemeyi seçmişti. Yıldız, Dünya'dan 106 trilyon kilometre (64 trilyon mil) uzaklıktaydı. Işık, bir yılda 9,46 trilyon kilometre (5,88 trilyon mil) öteye gidebildiği için bu uzaklığa bir

"ışık yılı" denilir. 61 Kuğu adlı yıldız bizden 11,2 ışık yılı uzaklıktaydı.

Yaklaşık olarak Bessel'in bu başarıyı kazandığı dönemle aynı zamanda İskoçyalı bir gökbilimci olan Thomas Henderson (1798-lı844), Alfa Erboğa'yı (Erboğa takımyıldızı içindeki en parlak yıldız) ölçümledi ve 4,3 ışık yılı uzaklıkta olduğunu buldu. Alfa Erboğa iç içe dönen iki yıldızdan oluşuyordu ve Dünya'ya en yakın olarak bilinen yıldızdan sonra üçüncü uzaklıktaydı.

Sonraki yıllarda gökbilimciler uzaklık birimi olarak 3,26 ışık yılı ya da yaklaşık 31 trilyon kilometre olan (19,2 trilyon mil) *parsek'ı* kullanmaya başladılar. (Parsek, yer yörüngesinin yarı-büyük eksenini bir açı saniyesinde gören uzaklıktır-Çeviren). Bu ölçe

ğe göre Alfa Erboğa bizden 1,3 parsek ve 61 Kuğu yıldızı ise 3,4

parsek uzaklıktadır.

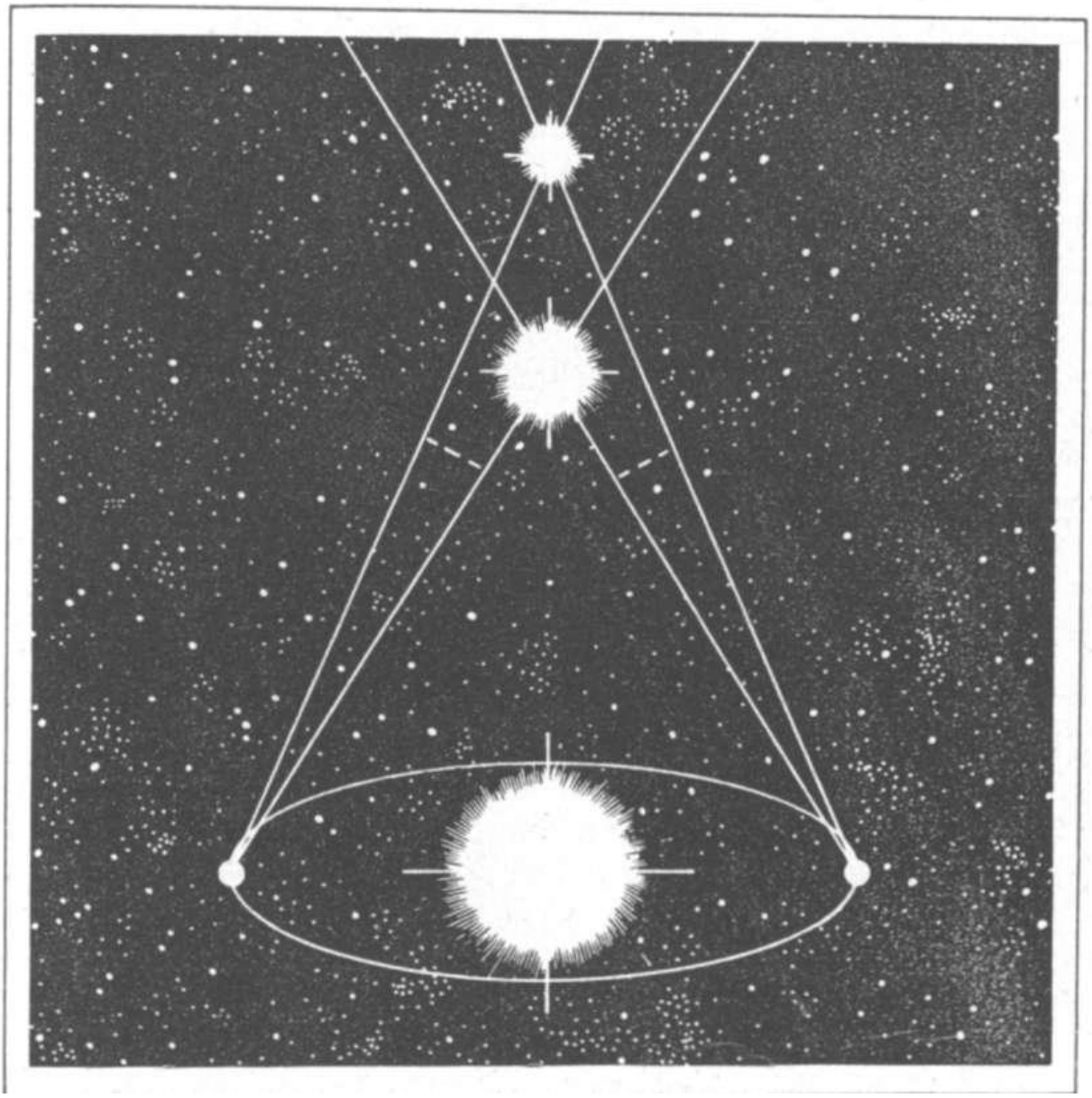
Şimdi yıldızlar tam Cusalı Nicholas'ın dört yüzyıl önce dü

şündüğü şekilde görülmeye başlanmıştı. Sonsuz sayıda olmasalar bile, sayılarının çok fazla olduğu anlaşılıyordu. Ve yıldızlar, Dünya'dan çok çok uzaklarda olan güneşlerdi. Uzayın engin boşluklarına yayılmış bulunuyorlardı.

İnsanoğlunun gökyüzünü algılaması artık geriye dönülmez bir şekilde değişmişti. Aslında antik çağın gökbiliminden geriye hiçbir şey kalmamış oluyordu.

Çağdaş Novalar

1838 yılında, İngiliz gökbilimcisi John Herschel (1792-1871) Güney Afrika'da, yıldızları güney gökkutbuna yakın yerden incele-50



Yörüngenin bir yanından bakıldığında, en yakın yıldız daha uzakta olana

göre hafifçe bir yandadır; yörüngenin öbür yanından bakıldığında ise

en yakın yıldız bu kez diğer yandadır.

di. Bunlar, Avrupa enlemlerinden kesinlikle görülemeyen yıldızlardı. Herschel, Karina takımyıldızı içinde birinci kadirden parlak bir yıldızı bildirdi. Bu yıldıza "Eta Karina" adı verildi. Daha önceleri güney yarımküresine yolculuk yapmış olan gökbilimciler bu yıldızı dördüncü kadirden sönük bir yıldız olarak bildirmişlerdi.

Bu yıldız bir nova olabilir miydi? Belli ki öyleydi. Yıllar geçtikçe yıldız sönükleşti ama 1843 yılında yeniden parıldadı ve kısa süreyle hemen hemen Akyıldız'a yakın parlaklıktaki —1 kadire kadar erişti. (Sıfır kadirden daha parlak gök cisimlerinin kadiri eksi yönde yükselir-Çeviren). Sonra yavaş yavaş sönükleşerek altıncı kadire kadar düştü. Bu yıldız tam bir nova değil de daha çok olağandışı tipte değişen bir yıldızdı. Bu tipteki yıldızlara daha sonra yeniden değineceğiz.

Teleskopun bulunuşundan sonraki ilk kuşku götürmez nova, 1848 yılında ingiliz gökbilimcisi John Russel Hind (1823-1895) tarafından Yılancı takımyıldızı içinde saptandı. Yeni yıldız, Kepler'in noyasını saptadığı aynı takımyıldızın içindeydi. Ama, yeri belirgin biçimde farklıydı ve eskisinin yerinde parlamamıştı. Üstelik nova (Kepler'in döneminden beri ilk gerçek nova oluyordu), pek görülmeye değer özellikte değildi. En parlak durumundayken parlaklığı dördüncü kadire kadar bile ulaşamıyordu.

1800'lü yılların kalan süresince sözü edilmeye değmeyecek üç ya da dört nova daha gözlemlendi. Bunlardan biri Arabacı takımyıldızı içindeydi (ve bu yüzden "Arabacı Novası" adlandırılmıştı). Bu nova, iskoç din adamı olan TD. Anderson tarafından 1891 yılında saptanmıştı.

Anderson, amatör bir gökbilimciydi ve amatörler tarafından gerçekleştirilmiş en ilgi çekici gökbilim bulgularından birini yapmış oluyordu. Arabacı Novası'nı beşinci kadirden sönük bir yıldız olmasına karşın saptayabilmişti. Böylesine parlaklığı az olan yeni bir yıldızı saptayabilmiş olması için Anderson'un gökte gö-

rülebilir durumdaki her yıldızın tam yeri ve şeklini ezberden öğrenmiş olması gerekirdi.

Yirminci yüzyıl başlarken, eğer Eta Karina yıldızının kuşkulu gözlemi bir yana bırakılırsa, üç yüzyıldan beri birinci kadirden parlak bir nova görülmemiş oluyordu.

Ama, 21 Şubat 1901 gecesi T.D. Anderson evine giderken *ikinci* novasını keşfetti. Bu yenisi, Perse takımyıldızı içinde parıldıyordu ve bu nedenle Perse novası olarak adlandırıldı. Anderson bulgusunu hemen Greenwich gözlemevine bildirdi ve profesyonel yıldız gözleyiciler teleskoplarını bu yeni yıldıza çevirdiler. Şaşkınlık uyandıran bir olay sonucu Anderson novayı erken görmüştü ve bu sırada yeni yıldızın parlaklığı artıyordu. İki gün sonra Perse novası en parlak hali olan (Vega yıldızının parlaklığı da aynıdır) 0,2 kadire erişti.

Zamanla gökbilimciler de fotoğraf çağına ulaştılar. Ve bu onlara, kendilerinden önceki profesyonellere göre büyük üstünlük sağladı. Acaba, Perse novasının görülmeden önce bulunduğu bölgenin fotoğrafı çekilmiş miydi?

Elbette ki, fotoğraf çekilmiş bulunuyordu. Harvard gözlemevinde Anderson'un keşfini yapmadan iki gün önce aynı bölgenin fotoğrafı çekilmişti. Perse novasının tam parladığı yerde fotoğraflar on üçüncü kadirden pek sönük bir yıldızı gösteriyorlardı. Bu kadir, herhangi bir yardımcı aracı olmayan çıplak gözle görülebilecek bir yıldıza göre göre yalnızca 1/630 parlaklıktaydı.

Böylece dört gün içinde Perse novası on üç kadir parlaklaş-

mış ve parlaklığı 160.000 kez dolayında artmış bulunuyordu.

Ama, hemen aşağı yukarı düzenli bir şekilde sönükleşmeye başlamış, aradan birkaç ay geçtikten sonra yeniden çıplak gözle ancak görülebilir hale gelmişti. Sonunda, yıldız gene on üçüncü kadirdeki parlaklığına döndü.

•

53

Perse riovası parlaklaşıp dikkatleri çektikten yedi ay kadar sonra, fotoğraf gökbilimde yararlı olduğunu başka yoldan bir kez daha kanıtladı. Göze ve hatta teleskopa yıldız, yalnızca bir yıldız olarak görünüyordu. Oysa, göz yerine teleskopun odağına fotoğraf filmi konulur ve uzun bir poz süresi verilirse, Perse novasının üzerinde yavaş yavaş, haftalar ya da aylarca süreyle toplanan donuk bir sis tabakasını ortaya koyacak yeterince ışık birikimi elde edilebiliyordu. Bu, yıldızın parlaklaşma fazında yaydığı ışıkla oluyor ve yıldızdan dışarı her yöne doğru yayılan yıldızın çevresindeki ince toz ve gazı aydınlatıyordu. On beş yıl sonra, 1916'ya gelindiğinde bu yıldızın çevresindeki daha kalın ve donuk gaz halkasını gözlemlemek mümkün oluyordu. Gazın kendisi, yıldızın parlaklaşması sırasında çıkan ve her yöne doğru genişleyen bir kütleydi. Ve hızı da, ışık hızından oldukça azdı. *

Açıkça görülüyordu ki, yıldız bu sırada çok büyük bir patlama geçirerek ışık parıltısının yanısıra gaz da çıkarmış oluyordu.

O sıralarda gökbilimciler yıldızların içindeki olayları ve yıldız patlamalarının nedenlerini oluşturan mekanizmaları bilmiyorlardı.

Ama, gene de olaya bir ad vermişlerdi. Perse novası, "patlayan değişen yıldız"lara bir örnek oluşturuyordu. Belki de tüm novalar, patlayan değişen yıldızlardı. Böyle açıklayıcı ve duyarlı bir ad, "nova" sözcüğünün yerine geçmeliydi. Ancak bunu denemek yararsız olacaktı. Çünkü, Tycho'nun ilk kullanışından beri

"nova" sözcüğü akıllarda öylesine kalıcı olmuştu ki, durum onun ilerde de aynen kullanılacağını göstermekteydi.

1918 yılının 8 Haziran gecesi birkaç farklı gözlemci tarafından Kartal takımyıldızı içinde hareketsiz, daha parlak olan bir nova görüldü. O gün, yıldız birinci kadirdendi ve iki gün daha geçince en parlak hali

olan (ve Akyıldız'ın parlaklığına hemen hemen eşit durumdaki) —1,1 parlaklığa ulaştı.

Kartal novası, Birinci Dünya Savaşı sırasında görülmüştü. Daha önceki yüzyıllarda böyle bir dönemde yeni bir yıldızın görülmesi bir kehanet sayılabilirdi. Gerçekte, yirminci yüzyılda da bazı 54

kişiler olayı böyle gördüler. Dünya savaşı o sıralarda sona ermek üzereydi ve 1918 yılının ilkbaharında Almanlar büyük bir taarruza hazırlanmışlardı. Ve savaşı kazanmak için son kumarlarını oynuyorlardı. Ellerinde kalan son yedek güçleri ortaya sürerek korkutucu kazançlar elde ettiler ama bu kadarı da yeterli olamadı. Haziran ayı başlarında tüm güçleri tükenirken, sayıları hızla artan Amerikan birliklerinin desteğini alan İngiliz ve Fransızlar güç kazanıyorlardı. Almanya'nın sonunun geldiği kesindi ve gerçekten beş ay sonra ülke teslim oldu. Ve Kartal novası, İttifak devletlerinin ön saflarındaki birliklerde bulunan askerler tarafından "Zafer Yıldızı" olarak adlandırıldı.

Gene, Harvard gözlemevi bu yıldızı patlamasından önce fotoğraflamıştı. Parlaklığı onla on birinci kadir arasında değişen sönük bir yıldızdı. Oysa parlaklığı beş gün içinde 50.000 katı artmış ama sonra beklendiği gibi çabucak sönükleşmişti. O yılın eylül ayına gelindiğinde yıldız çıplak gözle güçlükle görülebiliyordu. Aradan sekiz ay geçtikten sonra ancak teleskopla görülebilir duruma gelmişti.

Kartal novası, 1604 yılından beri görülen en parlak nova olduğu gibi, günümüze değin onun kadar parlak olan bir nova daha görülmemiştir. Ancak, bir novanın bırakacağı tek işareti parlaklığı değildir.

Novaların hep göze çarpmayan sönük yıldızlardan ortaya çıktığına ilişkin bir duyumsama bulunmaktadır. Eğer bir yıldıza yalın bir şekilde bakılır ve sonra bu yıldız nova olursa, onun nova öncesi yani ilknova dönemi için sözü edilmeye değer bir şey olmaması gerekir. Oysa diğer yandan bir yıldız yalın bir yıldız olarak görünmesinin ötesinde bir şeyler daha yapabilir.

1800'lü yılların sonlarına doğru, tayfölçer denilen aygıtla ışık dalgasının renklerinin dalga boylarına göre sırayla ayırt edebilmesi işlemi sağlanabiliyordu. Aygıt dalga boylarına göre azalma sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerden olu-55

şan bir ışık ebemkuşağını oluşturuyordu. Işığın yayılmasından ve eksik dalga boylarının doğasından tayf üzerinde "kara çizgiler" meydana geliyordu. Bu kara çizgilerin yer ve durumlarına göre gökbilimcilerin bir yıldızın bize doğru ya da bizden uza

ğa doğru devindiğini, doğasımn sıcak ya da soğuk olduğunu, yıldızın hangi kimyasal bileşiklerden oluştuğunu, vb. söylemeleri mümkün oluyordu.

Bu durumda, ilknovaların tayfı ne şekilde olabilirdi?

Ne yazıktır ki, sönük bir yıldızın tayfını elde edebilmek çok çok güçtür ve uzayda pek fazla sayıda sönük yıldız bulunmaktadır. Bilgisayarlar için bile gökyüzündeki tüm yıldızların tayfını elde edebilmek korkunç hacimde bir iş olur. Ve gerçekte yıldızların pek küçük bir azınlığının tayfı elde bulunmaktadır. Gökbilimciler bir kez Kartal novasıyla ilgilenmeye başlayınca, sonradan parlaklaşan bu yıldızın başlangıç durumundaki tayfını kayıtlarda bulunduğunu saptadılar. Bugüne dek parlaklaşmaya başlamadan önce tayfı çıkarılmış olan *ilk ve tek* nova, Kartal novasıdır.

Ancak bu tayf, Kartal novasının ilknova döneminde çok sıcak bir yıldız oluşu dışında hiçbir olağandışı durumu göstermiyordu. Güneş'imizinki 6.000°C olmasına karşın, Kartal novasının yüzey sıcaklığı 12.000°C idi. Bu durum yıldızın içinde ne olduğu ve nova oluşu yolunda nasıl patladığını ayrıntısıyla bilmediğimiz halde makul bir durum olarak ele alınıyordu. Çünkü, gökbilimciler kızgın sıcaklıkta bir yıldızın soğuk olana göre daha büyük olasılıkla patlayabileceğini umuyorlardı.

1934 yılının aralık ayında Herkül takımyıldızı içinde bir nova görüldü ve bu nedenle adına "Herkül novası" denildi. Herkül novası

başlangıçta az da olsa değişen bir yıldızdı ve on iki ile on beşinci kadir arasındaki parlaklığı artmaya başlamıştı. Daha sonra incelenen fotoğraflar yıldızın 12 Aralık günü parlaklaştığı halde çıplak gözle görülemeyecek kadar sönük olduğunu göste-56

riyordu. Oysa, 13 Aralık günü üçüncü kadire kadar ulaşmış ve amatör bir İngiliz gökbilimcisi tarafından görülebilmişti.

Bir nova olarak yıldızın parlaklığı yavaş yavaş artıyordu ve 22

Aralık gününe gelindiğinde doruk noktası olan 1,4 kadire ulaşmıştı. Sonra, novanın eğilimi tersine döndü, düzensiz olarak sö-

nükleşti; daha sonra kısmen parlaklaştı. 1 Nisan 1935 günü çıplak gözle görülebilir durumdaydı/Sonraki günlerde hızla sönük-leşti ve 1 Mayıs günü hemen hemen başlangıcındaki parlaklığı olan on üçüncü kadire kadar düştü.

Gökbilimciler Herkül novasının geçirdiği bu aşamaları izlemekten doygunluk duyup diğer yıldız incelemelerine geçmişlerdi ki, Herkül novası bir kez daha parıldamaya başladı. 2 Haziran günü dokuzuncu kadire ulaştı. Eylül ayına değin parıldamasını ağır ağır artırarak 6,7 kadire ya da başka bir deyişle çıplak gözle ayırt edilecek duruma erişti. Sonra parlaklığını pek ağır bir biçimde azalttı. İlk görünüşünden on beş yıl sonra, 1949 yılında ikinci kez parlaklığı on üçüncü kadire geri dönmüş oluyordu.

Giderek belirgin olarak ortaya çıkan biçimde bir novanın yalnızca bir kez artan parlaklıkta görülmeyeceği anlaşılıyordu. Aslında, "yinelenen novalar" bulunmaktadır. 1866 yılında Kuzey-tacı takımyıldızı içinde parlaklığı ikinci kadirde olan bir nova saptanmış ve bu olay aynen 1946'da yinelenmişti. Doruk parlaklıklarına üç ve hatta dört kez erişen novalar bulunmaktadır.

Eta Karina yıldızı da yinelenen bir nova olabilir. Ancak bu yıldız için daha ilginç olasılıklar bulunduğunu ilerde göreceğiz.

En son görülen parlak nova 29 Ağustos 1975 tarihinde Kuğu takımyıldızı içinde saptandı. "Kuğu novası" adı verilen bu yeni yıldız olağandışı bir hızla parlaklığım belki de on dokuzuncu kadirden birdenbire ikinci kadire yükseltmişti. Bir tek gün içinde parlaklığını otuz milyon katı artırmış ve sonra gene hızla sönük-leşerek üç hafta içinde görülebilir durumunu yitirmişti. Belli ki 57

novalarda parlama ne denli hızla ve aşırı biçimde olursa sönükleşme de hızlı ve aşırı şekilde oluyor, ancak parlaklığın azalması her zaman daha yavaş gerçekleşiyordu.

Ne Kadar Aydınlatma Gücü? Ne Denli Sıklıkla?

Novalar gerçekte ne kadar ışık yayarlar? Yukardan beri novaların şu ya da bu parlaklıkta yakınlaştığını, Akyıldız (Sirius) kadar ya da Venüs'ten daha parlak olduklarını söyleyip durduk.

Oysa, bu kıyaslama bize her fikri veremez. Bir nova diğerinden daha parlak (ya da daha fazla aydınlatma gücünde) görülebilir çünkü gerçekte daha parlaktır ya da bize daha yakındır ve bu nedenle gerçekte olduğundan daha parlak görünür.

Şu ya da bu yoldan günümüzde yıldızların uzaklıklarını kestirmek mümkündür. Bir yıldızın gerçek uzaklığıyla parlaklığını göz önüne aldığımızda, bu yıldızın başka bir uzaklıkta olduğu zaman hangi parlaklıkta olacağını hesaplamak güç olmayacaktır. Bu şekilde basit bir kurala uygun olarak yıldızın uzaklığı ar-tırılınca sönükleşecek, uzaklığı azaltılınca yıldız daha parlaklaşacaktır. Parlaklık uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişir.

Güneş'imiz büyük farkla gökyüzündeki en parlak yıldızdır.

İkinci parlak yıldız olan —1,42 kadirdeki Akyıldız'la kıyaslandığında Güneş —26,91 kadirdedir. Güneş, Akyıldız'dan 25,49 kadir daha parlaktır. Her bir kadir, 2.512 katı parlaklık artışını temsil ettiğinden Güneş'imiz gökyüzünde Akyıldız'a göre on beş milyar kez parlaklıkla parıldamaktadır.

' Oysa, Güneş'imiz aynı zamanda diğerleriyle kıyaslanamayacak denli Dünya'ya en yakın olan yıldızdır. Bizden yalnızca 150

milyon kilometre (93 milyon mil) uzaklıktadır ki, bu da 0.000005

parseklik uzaklığa denktir. Diğer yandan Akyıldız bizden 2,65

parsek uzaklıktadır. Bu nedenle Güneş'in bize olan uzaklığının 530.000 katı uzaklıkta bir yerde bulunmaktadır.

58

Şimdi, Güneş ve Akyiidız'ı aynı uzaklıktaki bir yerde gözlemlediğimizi düşünelim. (Bu amaçla gökbilimcilerin kullandıkları standart uzaklık on parsektir).

Eğer Güneş'i on parsek uzağımızda olarak düşünürsek, şimdiki yerinden iki milyon kez uzaklıkta olacaktır. Bu şekilde parlaklığı da uzaklığının karesiyle ters orantılı olarak değişeceğinden 2.000.000x2.000.000 kez yani 4.000.000.000.000 kez azala^

çaktır. Güneş'in kadirini azaltırken, Güneş'in parlaklığını her bir kadir düşüşü için 2.512'ye bölersek 4 trilyonluk bir parlaklık azalışı için Güneş'in kadirini 4,69 olarak buluruz. On parsek uzaklıktaki Güneş'in bu şekilde hesaplanmış olan kadiri "salt kadir" "

olarak adlandırılır. Salt kadiri böylece hesaplanmış olan Güneş'imiz, gökyüzündeki yıldızlar ailesi içinde beşinci kadirden olduk

ça gösterişsiz bir yıldızdır.

2,65 parsek uzağımızdaki Akyıldız'a gelince, onu on parsek uzağımızda düşündüğümüzde uzaklığı 3 3/4 katı artmış olacaktır.

Bu şekilde parlaklığı Güneş'inki kadar olmasa bile azalmış olarak kalacak, en parlak yıldızlar arasında olmasa bile gene birinci kadirden parlak bir yıldız haline gelecektir.

"Parlaklıktan" söz ettiğimizde, bir yıldızın gökyüzündeki ger

çek kadirini anlatmış oluruz. İki yıldızın görünüşünü kıyaslamak istersek onlar bize eşit uzaklıktaymış gibi düşünür (diğer bir deyişle onların salt kadirini kıyaslar) ve "aydınlatma güçlerinden" söz etmiş oluruz.

İki cismin parlaklığının kıyaslanması uzaklığına bağlıdır. Böylece elimizde tuttuğumuz yanan bir kibrit Akyıldız'dan daha parlaktır. İki cismin aydınlatma gücünün kıyaslanması ise gerçek bir şeydir ve bize cismin daha çok ve ne kadar çok ışık verdiğini anlatır.

Eşit uzaklıklarda Akyıldız, Güneş'imizden 3,4 kadir daha parlaktır. Bu, Güneş'e oranla yirmi üç katı aydınlatma gücü olduğu anlamına gelir.

oy

Bu ölçek üzerinde novalar nerede yer alırlar? Belli bir novanın uzaklığını hesaplayabilmek her zaman kolay bir iş değildir çünkü novalar bizden çok uzaktadır. Ancak böyle bir hayli yeni yıldızdan elde edilmiş olan bilgilerden, onların nova olarak parıldadıkları zaman ortalama 3 salt kadirde oluşlarından ve başlangıçta ortaya koydukları eğilimlerinden Güneş'imize oranla beş

katı aydınlatma gücünde olduklarını söyleyebiliriz. Parlaklıklarının doruk noktası ortalama —8 salt kadirdir ve bu durumdaki bir nova Güneş'imize oranla 150.000 katı aydınlatma gücündedir. Kuşkusuz bu yalnızca bir ortalamadır.

Bazı gökbilimciler novaları hızlı ve yavaş türden olarak ayırt ederler.

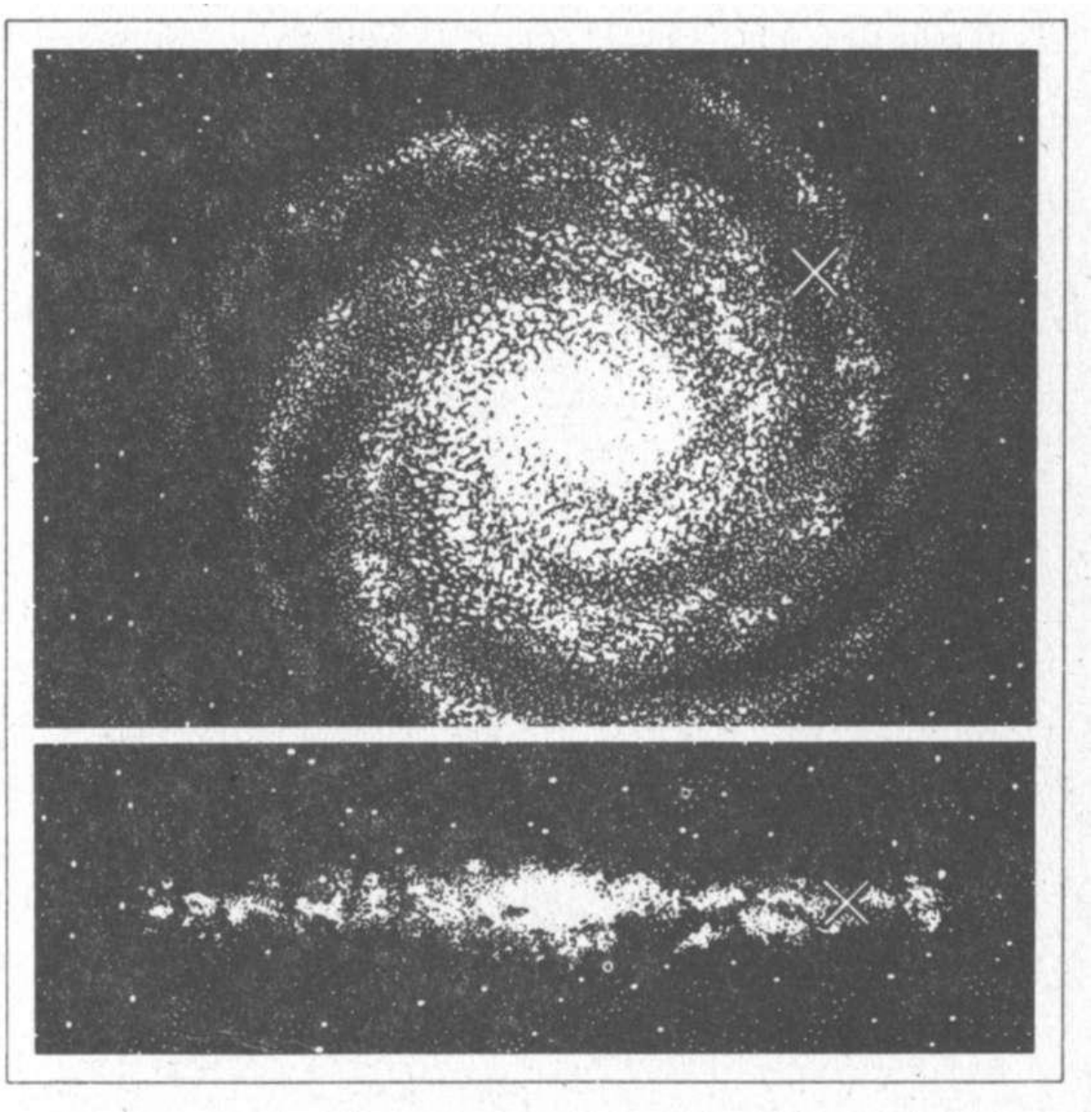
Hızlı novalar aydınlatma gücünü yalnızca birkaç gün içinde 100.000 katı ya da daha fazlasıyla artırabilirler. Aydınlatma gücünün doruk noktasını bir haftadan az süreyle korur ve sonra kararlı, oldukça hızlı gerçekleşen bir sönükleşme sürecine girerler.

Yavaş novaların aydınlatma gücü daha ağır ve düzensiz olarak artar ve sayıca daha azda kalır. Sonra, bu tür novalar hızlı olanlara göre daha ağır ve daha düzensiz şekilde sönükleşirler.

Perse novası ve Kuğu novası hızlı türden novalara; Arabacı novası ve Herkül novası yavaş türden novalara örnek gösterilebilirler. Yinelenen novalar ya da hiç değilse birkaç on yıl içinde bir yinelenenler normal novalara göre ve hatta yavaş olanlarına göre aydınlatma gücünde daha küçük artış gösterirler.

Novalar ne denli sıklıkta görülürler?

1900 yılına gelinceye değin novalar seyrek olarak görülürlerdi ama günümüzde daha sık görülüyorlar. Bu durum novaların sayılarının artışı **Bedeniyle** değil, yalın bir şekilde daha çok kişinin yıldızları gözlemesi ve gökbilimcilerin novaları saptama yolunda daha iyi teknolojiye sahip bulunmaları nedeniyledir. Böyleyken bile, novaların tümünü görebilmiş olduğumuzu söyleyemeyiz.



Biz de çok büyük sayıdaki yıldızlardan oluşan bir fırıldağın bir bölümüyüz. Ancak, yardımcı araç kullanmaksızın çıplak gözlerimizle bu yıldızlardan yalnızca yakın çevremizde bulunan pek azını görebiliriz.

Bunun nedenini anlamak için önce kaç tane yıldız bulundu

ğunu sorarak işe başlayalım. Yardımcı araç olmaksızın çıplak gözle 6.000 dolayında, teleskopla ise milyonlarca yıldızı görebiliriz.

Yıldızların sayısı, Cusalı Nicholas'ın düşündüğü gibi sonsuza varır mı?

Bizim gökadamızdaki (ya da galaksimizdeki) gökyüzünü saran yıldız parıltılarını oluşturan Samanyolumuzda teleskopla görülen büyük sayıda sönük yıldızların sayısını tartışmalı hale sokan nedir?

Gökadanın toplam kütlesi Güneş'in kütlesinin 100 milyar katı dolayındadır. Bununla birlikte, gökadadaki tek tek yıldızlardan çoğu Güneş'ten oldukça küçük ve daha az kütlelidir. Bu nedenle gökadada 250 milyar kadar bireysel yıldız bulunabilir.

Gökbilimciler tüm gökadamızda yılda ortalama yirmi beş dolayında nova gerçekleşeceğini kestirmektedir. Eğer bu sayı gökadadaki yıldızların genel toplamı ile kıyaslanırsa her yıl on milyar yıldızdan birinin nova haline dönüştüğünü görürüz.

Her yıl gökadada yirmi beş nova gerçekleşeceği gerçeği bu kadar novayı, görülmeleri ne denli güç olursa olsun görebileceğimiz anlamına gelmez. Toz bulutları, yıldızların en çoğunun bulunduğu gökadanın merkezini ya da öbür yarısını örtüp gizlemekte ve biz bu durumda merkeze yakın ya da öbür yanda parlamaya başlayacak olan novaları gözlemleyip saptamak olasılı

ğından yoksun kalmaktayız.

Bu nedenle bizler pek büyük olasılıkla ve en iyi durumda yaydıkları ışıkla her yıl yalnızca iki ya da üç nova görebilmekteyiz.

3

BÜYÜK VE KÜÇÜK YILDIZLAR

Güneş Enerjisi

Eğer bir novanın aydınlatma gücünü birkaç gün içinde 100.000

katma kadar artırdığını düşünürsek, enerjisini uzaya korkunç bir oranda boşalttığını da aklımıza getirmeliyiz. Parıldamasının doruk noktasında olan ortalama bir nova bir gün içinde Güneş'in yarım yıl içinde verdiği enerji kadarını yayar.

Bu enerji nereden gelir?

Soruyu yanıtlamadan önce Güneş'in kendisinin enerjisini nereden elde ettiğini de sormamız gerekir. Güneş, bugünkünden daha çok ya da az olmak üzere 4,6 milyar yıldan beri parlamaktadır. Bu denli uzun süre içinde inanılmaz tutarda enerji harcamış olmasına karşın Güneş şimdi de parıldamakta ve şimdiki ha-63

liyle parıltısını beş ya da altı milyar yıl daha sürdüreceği kestirilmektedir. Bütün bu enerji nereden gelir?

1800'lü yılların ortalarına değin bu soru kimseyi büyük çapta rahatsız etmiyordu. Antik ve orta çağların insanları Güneş'in sürekli panldama yetisi olan özel bir göksel maddeden yapılmış

olduğunu düşünüyorlardı. Dünya'daki cisimler zamanla bozulup yok olmayı önleyemedikleri sürece Güneş de parıldayacaktı onlara göre... O çağlarda Güneş'in çok yaşlı olmadığı sanılıyordu. Güneş olsa olsa birkaç bin yıldır parıldıyor diye düşünülmekteydi.

1800'lü yıllar ilerledikçe bilim adamları sorun üzerinde rahatsızlık duymaya başladılar. Artık gök cisimlerinin de temelde Dünya'yı oluşturan kimyasal bileşiklerden farklı yapıda olduğuna inanmıyorlardı. Güneş'in binlerle değil milyonlarla ifade edilecek yaşta olduğunu anlamaya başlamışlardı. Enerjinin özelliklerini de daha kapsamlı bir şekilde araştırıyorlardı artık.

1847 yılında Alman fizikçisi Hermann L.E von Helmholtz (1821-1894), enerjinin değişimi işlemlerini dikkatle incelemesi sonucu olarak "enerjinin korunumu yasası"nı koydu. Yasa, enerjinin oluşturulamayacağını ya da yok edilemeyeceğini ancak şekil değiştireceğini ifade ediyordu. Öbür bilim adamları da 1840'lı yıllarda aynı fikre varmışlardı. Ama, Helmholtz bu konuda en inandırıcı tartışmaları oluşturuyor ve genelde yasanın sahibi olma şerefini alıyordu.

Bunun da ötesinde, Helmholtz tüm dikkatini güneş enerjisi sorununa çeviren ilk bilim adamı olmuştu. Ona göre, Güneş enerjisini hiçbir yerden almıyor, enerjisini yoktan ortaya çıkarmıyordu. Şu halde bu enerji nereden geliyordu?

Helmholtz iyi anlaşılmış enerji kaynakları üzerinde denemeler yaptı. Ve şu soruları sormaya başladı: Güneş enerjisini sıradan bir yanmadan mı elde ediyordu? Ya da enerjisini sürekli üzerine düşen gök cisimlerinden mi alıyordu? Helmholtz'un ilk girişimleri ya ortaya yetersiz enerji toplamları çıkarıyor ya da Gü-

neş'in kütlesinde büyük değişmeleri ilgilendiriyordu ama ortada bunları kolayca ölçebilecek sonuçlar bulunmuyordu.

Sonunda, 1854 yılında Helmholtz, Güneş'i enerjileyecek tek kaynağın ne olabileceğini kararlaştırdı. Kaynak, hiçbir yıkıcı karmaşıklıkların işin içine karışmadığı Güneş'in kendi büzülmeleriydi. Güneş'in dev kütlesi ağır ağır içine doğru dökülüp düşüyor ve düşüş ışık ve sıcaklığr içeren bir ışınım durumuna gelerek Güneş'e binlerce yıl sürecek enerjiyi sağlıyordu.

Bu kuram tümüyle doyurucu bir açıklamayı içermiyordu. Çünkü, Güneş eğer onlarla ifade edilecek milyorlarca yıldan beri bü-

zülüyorsa, onun büzülmeye Dünya'nın yörüngesine kadar uzanan dev büyüklüğündeyken başlamış olması gerekirdi. Dünya, yalnızca Güneş temelde bu büyüklüğünden ufaldığı zamanda şekillendirilmiş olabilirdi. Böylece, Dünya da birkaç on milyon yılla ifade edilecek yaşta olacaktı.

1800Tü yılların sonlarına doğru jeolog ve biyologlar Dünya'nın ve bundan dolayı Güneş'in birkaç on milyon yılla ifade edilecekten çok daha fazla yaşta olduğundan kuşkulanmaya başladılar. Dünya hiç değilse birkaç yüz milyon yaşındaydı ve belki de bir milyar ya da daha fazla yılla ifade edilecek yaşta bulunuyordu. Güneş'in de hiç değilse bu kadar yaşta olması gerekirdi.

Güneş'in büzülmesiyle bu kadar uzun süre enerji oluşturması ise olanaksızdı. Şu halde bu denli büyük enerji tutarını oluşturan neydi?

On dokuzuncu yüzyıl biterken insan bilincinde beklenmeyen bir enerji kaynağı fikri doğdu. 1896 yılında Fransız fizikçisi Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), "radyoaktivite" olayını keşfetti. Becquerel, metal uranyum atomlarının pek ağır ama kararlı biçimde daha küçük atomlara bölündüğünü bulmuştu.

1901 yılında bir başka Fransız fizikçisi olan Pierre Curie (1859-1906), radyoaktivitenin pek küçük oranlarda ısı üretimi doğurduğunu gösterdi. Gene de, radyoaktif değişmeler milyarlarca yıl-

dan beri sürdüğüne göre ve Dünya'nın da üzerinde bulunan radyoaktif bazı maddeler göz önünde tutulduğunda, Güneş'te ger

çekleşen böyle bir olay korkunç toplamda sıcaklık üretecekti.

Şimdi yeni ve çok etkili olan bir enerji kaynağının bulunmuş olduğu açıktı.

1906 yılında Yeni Zelanda'da doğmuş olan fizikçe Ernest Rutherford (1871-1937), atomun önceden düşünüldüğü şekilde yalnızca minik bir küre olmadığını; oysa, "atomun içindeki" daha küçük bölümlerden oluştuğunu gösterdi. Bunlar genelde (şimdi hepimizin bildiği gibi) *proton, nötron* ve *elektronlardı.* Proton ve nötronlar böyle küçük yapılarına göre gene de göreceli olarak oldukça kütleli idiler. Gene çok minik olan ve merkezde bulunan çekirdekte yer alıyorlardı. Atomun çevresinde ise hafif olan elektronlar daireler çizerek deviniyorlardı. Radyoaktivite olayı sırasında değişikliklerin olduğu ve enerjinin ortaya çıktığı yer çekirdekti. Ve böylece, sonuçta insanoğlu "nükleer enerji"den söz etmeye başlamıştı.

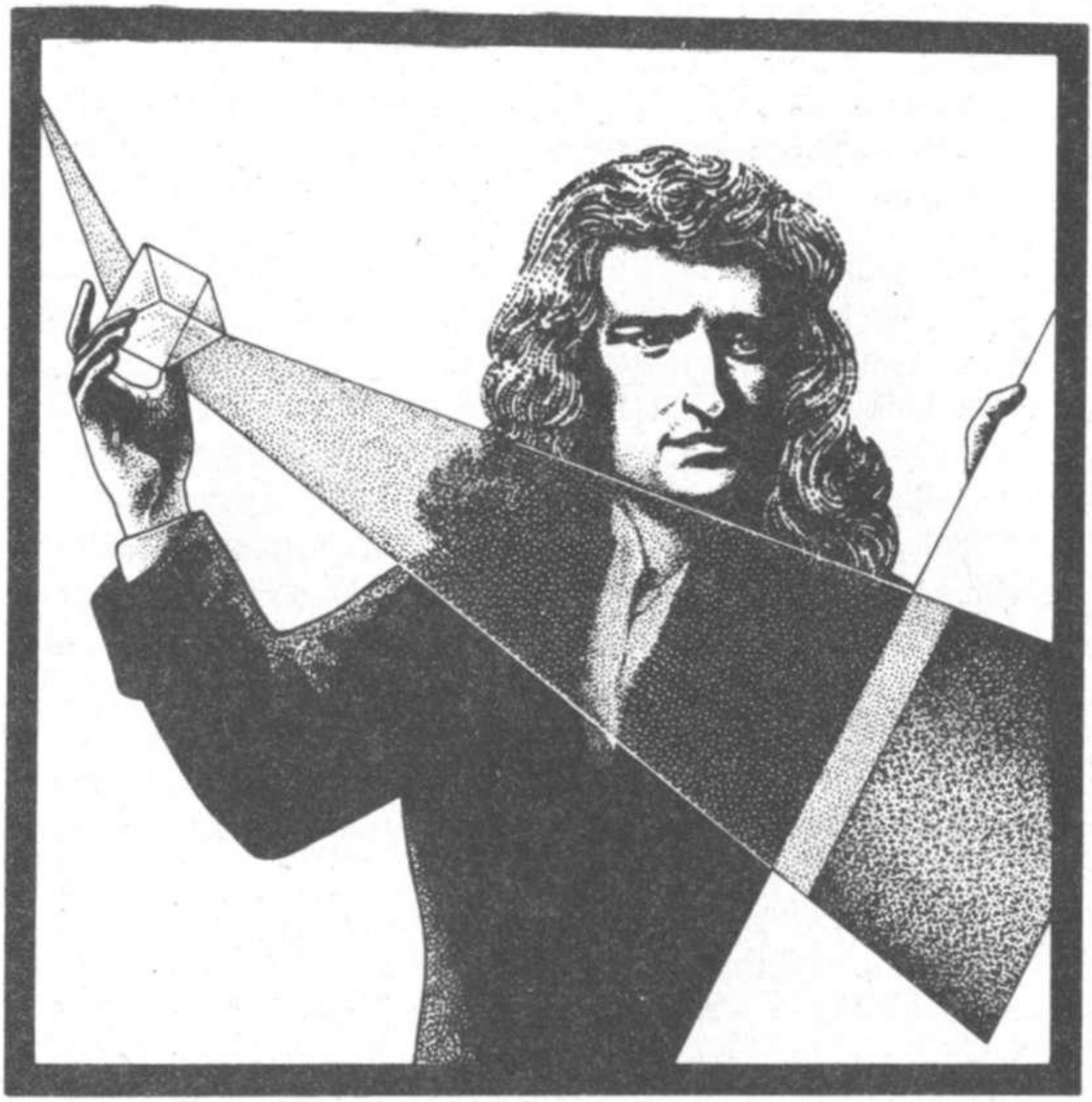
Şu halde, Güneş nükleer enerjiyle mi parıldamaktaydı?

1900'lü yılların başlarında bilinen tek nükleer enerji uranyum ve toryum gibi maddelerin atomlarının radyoaktif olayda par

çalanışı ile ortaya çıkan enerjiydi. Güneş de büyük bir uranyum ve toryum topu olabilir miydi?

Hayır, bu olamazdı. 1900'lerin ilk yıllarında Güneş'in kimyasal bileşimi, kitabımızda daha önce sözünü ettiğimiz tayfölçer aracılığıyla, bilinmekteydi. Olayı yeniden göz önüne alalım: Güneş ışığı bir cam prizmadan geçtiğinde bir ebemkuşağı ya da ***tayfa*** ayrılır. Bunu ilk kez 1666 yılında İngiliz bilim adamı Isaac Newton (1642-1727) göstermişti. Olayın nedeni ışığın kü

çük dalga boylarından oluşması ve cam prizmadan geçerken her ışık ışınının özel "dalga boyu"na göre belli bir dereceye kadar eğilmesindendi. Dalga kısa ise daha çok eğilir. Bu nedenle tayf, tüm ışınların yayılışı sırasıyla ve her uçta en uzun dalgadan öbür uçta en kısaya doğru yer almalarıyla oluşur.



Güneşten gelen ışık cam bir prizmadan geçirilince ebemkuşağı oluşmuş

ve böylece çağdaş optik doğmuştur.

67

1814 yılında Ahnan optik uzmanı Joseph Fraunhofer (1787-1826), güneş tayfının pek çok sayıda koyu renkli çizgi ile kesilmiş olduğunu gösterdi. Koyu renkli çizgiler (daha önceden de bu kitapta anıldıklarından biliyoruz) Güneş'in atmosferi içinden geçen bazı özel dalga boylarını emdikleri için var oluyorlardı. Dalga boylarının eksik oluşları nedeniyle Dünya'ya varan Güneş ışığı tayfında koyu renkli çizgilerin oluşturduğu boşluklar bulunuyordu.

1859 yılında Alman fizikçisi Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), her farklı atom türünün diğer türlerin içermediği (ya da kızgın sıcaklıktayken yaymadıkları) belli ışık dalga boylarını emmiş olduklarını gösterdi. Işığın emilen ya da yayılan dalga boylarını incelemek yoluyla ışığı emen ya da yayan atomun türü saptanabiliyordu.

1861 yılında İsveçli fizikçi Anders Jonas Angström (1814-1874), güneş tayfındaki koyu renkli çizgilerden, en basit atomlarla oluşmuş hidrojeni saptadı. Şimdi gök cisimlerinden birini meydana getiren maddelerden hiç değilse birinin açık tanımı yapılmış oluyordu. Ve bu madde de, Dünya'da bollukla bulunan maddelerden biriydi. Böylece, düşünür Aristo'nun gök cisimlerinin benzersiz maddelerden yapılmış olduğuna ilişkin fikri de tarihe karışmaya başlıyordu.

O günden bu yana Güneş tayfı giderek daha ayrıntılı olarak incelenmiş ve Güneş'te, Dünya'da var olan diğer atom türlerinin bulunduğu keşfedilmiştir. Bugün, farklı atom oranları bile saptanmış bulunmaktadır. Bu nedenle şimdi kuşku götürmez bi

çimde Güneş'in bir uranyum ve toryum küresi olmadığını söyleyebiliriz. Bu iki madde de Güneş'te vardır ancak oluşturdukları küçük izlerle az oranda enerji çıkarabileceklerini ve bunun da Güneş'in sürekli olarak yaydığı büyük enerji yanında önemsiz olacağı rahatlıkla söylenebilir.

Bu sözlerimiz, nükleer enerjinin Güneş enerjisinin kaynağı olarak alınmaması gerektiği anlamına gelir mi?

Kuşkusuz bu anlama gelmez. 1915 yılında Amerikalı kimyacı William Draper Harkins (1873-1951), nükleer olarak pek çok yeni düzenlemenin sıradan radyoaktivite olayından daha çok enerji ortaya çıkaracağı yolundaki kuramsal fikirlerini açıkladı. Ger

çekte Harkins böyle yeni bir düzenlemenin olağandışı enerji çıkaracağını gösterirken dört hidrojen çekirdeğinin bir helyum çekirdeğine dönüşmesini örnek olarak ileri sürüyordu. Ünlü kimyacı, şimdi adlandırıldığı şekilde böyle bir "hidrojen füzyonu"-

nun (füzyon; atomların kaynaşmalarından oluşan tepkimedir-

Çeviren) Güneş enerjisinin kaynağını meydana getirdiğini iddia ediyordu.

Burada güçlük, Dünya üzerinde kendi kendine gelişen radyoaktivite olayının kuşkusuz Güneş'te de aynen olabileceğiydi. Böylece uranyumun parçalanışı, eğer yeterince uranyum bulunuyorsa, Güneş enerjisinin kaynağı olarak aklın kabul edeceği bir olay olabilirdi. Diğer yandan, hidrojen füzyonu sıradan koşullarda ger

çekleşmeyen ve pek büyük sıcaklıkları gerektiren bir olaydı.

Bununla birlikte, 1920'li yıllarda adını daha önce andığımız İngiliz gökbilimcisi Arthur Stanley Eddington, Güneş'in kendi çekimi altında büzülüp küçük bir cisim haline gelerek çökmemesinin nedenlerini düşündü. Güneş'i kendi çekimine karşı genişlemiş durumunda tutan güç sıcaklıktı. Eddington, Güneş'i bugünkü büyüklüğünde tutan sıcaklığın ne kadar olması gerekti

ğini de hesapladı. Açıkça görülüyordu ki, böyle bir sıcaklık derecesi milyonlarla ifade edilebilirdi. Günümüzde, Güneş'in merkezindeki

sıcaklığın 15.000.000°C kadar olduğu kabul edilmektedir.

Bunun da ötesinde, 1929 yılında Amerikalı gökbilimci Henry Norris Russell (1877-1957), Güneş'in bileşimi üzerinde o güne değin yapılmamış derecede ayrıntılı çalışmaları yürüttü. Güneş

tayfı üzerindeki çözümlemeleri, Güneş'in kütlesinin yaklaşık yüzde 75'inin hidrojen ve kalan yüzde 25'inin de helyum olduğunu

gösterdi. Bunlar en basit iki atomdur. Güneş'te var olan daha karmaşık atomlar, genel kütlenin en çok yüzde l'i dolayındadır.

Güneş eğer genelde bir hidrojen ve helyum küresiyse, ışınım olayı için gerekli enerjiyi sağlayacak olan nükleer tepkime hidrojen füzyonu olayı olacaktır. Üstelik, eğer yüzeyi olmasa bile Güneş'in içi bu amaca yeterli olacak derecede yüksek sıcaklığı sağlayacak bir durumdadır.

1938 yılında Alman-Amerikalı fizikçi Hans Albrecht Bethe (1906-), Güneş'i oluşturan bileşimleri ve Güneş'in merkezindeki sıcaklığı göz önünde tutarak Güneş'imizin merkezinde meydana gelen olayların mekanizmasını akılcı bir açıklamaya dayamak istedi. Yaptığı açıklamalar o günden bu yana pek sade bir duruma getirilmiştir. Ancak gene de, açıklamalar o günden çeyrek yüzyıl önce Harkins'in öne sürdüğü şekilde, Güneş'teki enerjinin dört hidrojen çekirdeğinin bir helyum çekirdeğine füzyo-nuyla elde edilişine dayanıyordu.

Kuşkusuz, Güneş'te olanlar diğer yıldızlarda olanlara uyuyordu. Bu yüzden Güneş enerjisi problemi çözülünce büyük olasılıkla yıldız enerjisi problemini de çözmüş olacaktık.

Hidrojen füzyonu işlemi denge koşulları içinde sürebilir ve yıldızın kütlesine bağlı olarak farklı süreler içinde değişmeyen ya da pek ağır şekilde değişen enerji çıkışı üretilir.

Yıldız büyük bir kütleye sahipse, daha çok hidrojeni içerdi

ğinden gene büyük olan çekim gücü altında genleşmekten korunması için daha yüksek sıcaklıklara gereksinir. Gerçekte, yıldızın kütlesi arttıkça sıcaklık gereksinimi ikmal edilen yakıtı aşacaktır. Bunun anlamı, büyük yıldızın yakıt ikmalinin daha kü

çük kütleli yıldızın yakıt ikmaline göre daha hızlı olacağıdır. Yıldızın kütlesi büyüdükçe, hidrojen füzyonu olayının ömrü kısalacaktır.

Büyük kütleli bir yıldızın yakıt ikmali o denli hızla biter ki, böyle bir yıldız ancak birkaç milyon yıl süreyle normal bir yıldız 70

olarak kalır. Çok daha küçük bir yıldız ise, daha az olan hidrojen toplamını o denli sağgörülü bir tasarrufla harcar ki, böyle bir yıldız 200 milyar yıl kadar süreyle normal bir yıldız olarak kalabilir.

Güneş'imiz bu açıdan orta noktadadır ve hidrojen ikmali 10

ile 12 milyar yıl kadar süreyle dayanabilir. Güneş şu ana değin 4,6 milyar süreyle var olduğuna göre normal bir yıldız olarak ya

şam beklentisinin henüz ortalarına bile erişmemiş durumdadır.

Yaşam süresinin bu aşamasındaki yıldızlara "ana sıralama"

üzerindekiler denir. Güneş'imiz de ana sıralama üzerindedir ve gökyüzünde görebildiğimiz yıldızlardan yüzde 85 kadarı bu aşamada bulunmaktadır.

Beyaz Cüceler

Bütün yıldızlar ana sıralama üzerinde değillerdir. Bunun açıklanışı sorunla hiç de ilgili olmayan bir keşif sonucu olmuştur ama gene de novaların doğasımn açıklanmasıyla ilgilidir. İşte olay şöyle gerçekleşti.

Yıldızların her zaman tek cisimler olduğu varsayılmıştır. Bundan emin olmak için şöyle bir kıyaslama yapılır: Yıldızların birbirlerine yakın

oldukları bazı yerler vardır. Ancak, insanlar ya da ağaçlar da birbirlerine yakın gruplar içinde bulunur ama ba

ğımsız, tek tek cisimler olabilirler.

Teleskopun kullanılmağa başlanmasıyla, yıldızların eskiden dü

şünüldüğünden daha çok birbirine yakın olmak üzere gruplaş-

tıkları görüldü. Gerçekte bazen birbirlerine o denli yakın bir çift yıldız olur ki bunlar çıplak gözle bir çiftyıldız olarak görülürler.

Sözgelişi, daha önce adlarını andığımız 61 Kuğu ve Alfa Erboğa yıldızlarının birbirlerine pek yakın olan iki "tek yıldız" oldukları anlaşılmıştır.

Yıldızların uzayın engin boşluğunun her yerine dağılmış oldukları açıktır. Ancak gökyüzünde birbirine pek yakın yerde bulunduğu görülen iki yıldızdan biri bize oldukça yakın öbürü çok daha uzaklarda olabilir. Aslında iki yıldız birbirlerine yakın de

ğillerdir ama aynı yönde oldukları için birbirlerinin yakınında görünebilirler.

Eğer yıldızlar uzayda rasgele dağılmışlarsa, biri öbürünün arkasına gelen ve bu yüzden birbirine pek yakınmış gibi görünen yıldızlar bulunur. 1767 yılında İngüizjeologu John Michell (1724-1793), birbirlerine pek yakın olan yıldızların sayısının rasgele da

ğılım nedeniyle beklenenden oldukça yüksek olacağını ileri sürdü. Bu yüzden de böyle yıldızların çiftler halinde olduklarını savundu.

1782 yılında adım daha önce andığımız sağır dilsiz İngiliz John Goodricke, MichelPin bu savunmasından yüreklenmiş olarak Umacı yıldızının (Algol) birbirini saran ve peryodik olarak birbirini örten bir

çiftyıldızdan oluştuğunu ileri sürdü. Ancak bu savı, gerçek bir gözlemden çok mantıklı bir iddia olarak kalmıştı.

1780'li yıllarda William Herschel (bu bilim adamı daha sonra gökadanın genel şeklini belirleme yolunda çalışmalar yapmıştır), birbirlerine pek yakın olan yıldızları incelemişti. Herschel böyle iki yıldızdan birinin yakında diğerinin uzakta olacağını ve uzaktakine oranla yakındakinin ıraklık açısını kıyaslayarak yakındaki yıldızın Dünya'ya uzaklığını bulacağını düşünüyordu.

Iraklık açısını bulma yerine Herschel, pek çok durumda iki yıldızın birbirinin çevresinde devindiklerini buldu. Gerçekte onların bunu yaptıklarını gözlemleyebilmişti. Sıradan çiftyıldızlar görünüşte böyle olabilirlerdi; oysa, burada Herschel çiftyıldızların gerçekte birbirlerine pek yakın olduklarını ve birbirlerinin çekim alanı içinde tutulmuş olduklarını bulmuş oluyordu. Bu iki yıldızdan her biri, çiftin çekim merkezinin çevresinde dairesel devinim yapıyordu.

Başlangıçta çiftyıldızların pek nadir oldukları düşünülüyordu.

Oysa, daha çok sayıda gökbilimci yıldızları inceledikçe pek çok çiftyıldız bulundu. Günümüzde yıldızların yüzde 70'i kadarının çiftli ya da daha karmaşık yıldız sistemleri içinde bulundukları düşünülmektedir. Bizim Güneş'imiz gibi tek yıldızlar ise genel toplam içinde azınlıkta kalmaktadır.

Çiftyıldızların keşfi, sonunda pek önemli bir ilerlemeye yol açmıştır.

Bir yıldızın uzaklığını ilk kez hesaplayan Bessel, Akyıldız'ın (Sirius) uzaklığını ölçmek için bu yıldızın yer değiştirmesini inceliyordu. Bessel, Akyıldız'ın değişen yerinin kişinin bekleyece

ği bir ıraklık açısı tipinde olmayacağına dikkat etti. Bunun yerine Akyıldız bir yönde ama dalgalı bir hat üzerinde ilerliyordu.

Yıldızın yaptığı dalgalanma yakınındaki bir gök cisminin çekimiyle, onu eliptik yörüngesi üzerinde devinirken zorlamasıyla oluyordu. Yörüngedeki düz devinimi bu çekimle dalgalı bir hale girmekteydi.

Akyıldız (Sirius) gibi büyük bir yıldızın yörüngesinde böyle bir çekim nedeniyle dalgalı bir devinim yapması, çekime neden olan gök cisminin de çok büyük olmasını gerektiriyordu. Ve bu gök cismi başka bir şey değil ama yalnızca bir yıldız olabilirdi.

Bessel, bir yıldızın olması gereken yerde hiçbir şey göremedi. Oysa, 1844 yılında Akyıldız'ın "karanlık arkadaşı"yla birlikte bir çiftyıldızı oluşturduğu sonucuna vardı. Akyıldız'ın "karanlık"

çifti görülmüyordu çünkü bu yıldız kendisini yakıp bitirmişti ve şimdi uzayda bir zamanki halinin cüruflaşmış artığı şeklinde dolanıyordu.

1862 yılında Amerikalı teleskop yapımcısı Alvan Graham Clark (1832-1897), yeni bir teleskop hazırlarken bir yandan da Akyıl-dız'ı inceleyerek teleskopunun temiz bir görüntü verip vermedi

ğini deniyordu. Teleskopu temiz bir görüntü sağlamıştı ama Akyıldız'ın yakınında küçük bir ışık beneği bulunuyordu. Clark bu beneğin aygıtındaki kusurdan ötürü oluşabileceğini düşündü. Te-

leskopundaki tüm mercekleri inceledi ve hepsinin kusursuz olduklarını gördü.

Teleskop yapımcısı Clark bu kez ışık beneğini dikkatle gözlemleyince bunun, Bessel'in "karanlık arkadaş" adını taktığı ve Akyıldız'ın dalgalı devinimine neden olan gök cisminin bulunması gereken yerde bulunduğunu saptadı. Buradan çıkan belirgin sonuç, ışık beneğinin o bilinen "arkadaş" olduğu şeklindeydi.

"Arkadaş" yıldızın kadiri 8,4'tü ve nedenle de karanlık olmaması gerekiyordu oysa saptanan durumu onun Akyıldız'ın "karanlık arkadaşı" şeklinde adlandırılışını değiştirmedi. Günümüzde ise,

Akyıldız'ın kendisini "Akyıldız A" ve karanlık ya da sönük arkadaşını "Akyıldız B" olarak adlandırıyoruz.

1893 yılında Alman fizikçisi Wilhelm Wien (1864-1928), bir yıldızın tayfının ayrıntılarından onun yüzey sıcaklığının ortaya çıkarılmanın mümkün olabileceğini gösterdi. 1915 yılında Amerikalı gökbilimci Walter Sydney Adams (1876-1956), Akyıldız B'nin donuk renkli tayfını incelemeyi başardı ve yıldızın yüzey sıcaklı

ğının şaşırtıcı derecede yüksek olduğunu saptadı. Akyıldız B, bizim Güneş'imizden daha sıcaktı ama Akyıldız A kadar yüksek sıcaklıkta değildi.

Eğer Akyıldız B kızgın sıcaklıkta (ve yüzey sıcaklığı 10.000°C) ise, yıldızın yüzeyinin her noktası parıldamalı ve hatta bu parlaklık Güneş'in yüzeyinin eşit alanının parlaklığından daha fazla olmalıdır. Şu halde Akyıldız B neden bu denli sönük bir yıldızdır? Bunun nedeni yıldızın yüzeyinin oldukça küçük olmasındandır. Yıldız gerçekten parıldıyordu ama yüzeyi küçük olduğu için ışığı da küçük görünmekteydi.

Günümüzde, Akyıldız B'nin çapının yalnızca 11.100 kilometre (6.900 mil) olduğuna inanılmaktadır. Bu durumda yıldız, 12,756 kilometre (7.950 mil) çapında olan Dünya'mızdan daha küçüktür.

Ancak Akyıldız B, yalnızca çapı yönünden küçük kalmakta-74

dır. Bessel onu gerçekte görmeden ama dev boyutlu Akyıldız A üzerine yaptığı çekim etkisiyle var olduğunu sezinlemişti. Bu çekim gücü de, gökbilimcilerin Akyıldız B'nin yalnızca küçük bir gezegen kadar büyüklükte olduğunu keşfettikleri için değişemezdi. Gökbilimciler Akyıldız B'nin çekim gücünden onun kütlesinin Güneş'imizin kütlesinin 1,05 katı olduğunu hesaplamışlardı. Ve bu kocaman kütle, Dünya'mızın boyutlarındaki küçük bir hacim içinde sıkışmış olarak bulunuyordu.

Dünya'nın ortalama yoğunluğu (kuşkusuz tüm gezegenimizi homojen bir kütle olarak düşünürsek), her metre kübü yaklaşık 5.500 kilogram olarak bulunur. Oysa, Akyıldız B'nin yoğunlu

ğu bunun 530.000 katı olarak hesaplanmaktadır.

Bu durumda, Akyıldız B'nin bir metre kübünün ortalama yo

ğunluğu yaklaşık 3 milyar kilogramdır. Bunu gözle görülen bir örnekle açıklamayı istersek sözgelişi bir Amerikan madeni yirmi beş cent'i (ya da yaklaşık ağırlıkta iki yeni madeni 25 Türk lirası-Çeviren), Akyıldız'ı oluşturan maddelerden yapılmış olsaydı böyle bir paranın ağırlığı 1.900 kilogram (ya da 4.200 libre) kadar olacaktı.

Bununla birlikte, Akyıldız B'nin her yerinde yoğunluğunun aynı olmaması gerekir. En az yoğunluğu yüzeydeyken sonra yo

ğunluğu artarak en yoğun yeri merkezi olmalıdır. (Güneş ve Dün-ya'yı da içermek üzere tüm gök cisimlerinde de aynen böyledir).

Bu durumda Akyıldız B'nin merkezinde bir metre kübün yoğunluğu iyice artarak 33 milyar kilogram olabilir.

Akyıldız B'nin pek küçük boyutta olduğu ilk kez anlaşıldı

ğında, yıldızın yoğunluğunun Dünya'daki en ağır şeyden bile çok daha yoğun olduğu açığa çıkmıştı. Daha önceki yıllarda bu ger

çek söylense gülünç kabul edilebilirdi. Oysa, Amerikalı gökbilimci Adams, Akyıldız B'nin sıcaklığını saptama yolunda bulu

şunu yaptığı zaman, bu yıldızdaki atomların pek yoğun oldukları ve atomun minik çekirdeğinin çok yakınında kütlesiz elektronların yer aldıkları da anlaşılmış bulunuyordu. Bu nedenle, 75

1924 yılında Arthur Stanley Eddington, Akyıldız B gibi bir gök cisminde atomların parçalanmış olduklarını ve böyle bozulmamış bir

cismin atomlarına göre çekirdeklerin birbirlerine doğru sürülüp yaklaştıklarını ileri sürdü.

Bu şekilde parçalanmış atomları ve birbirlerine doğru pek yakınlaşmış çekirdekleri içeren maddeye "yozlaşmış" madde adı verilir. Güneş'imizin içindeki sıcaklık ve basınçlar o denli yüksektir ki, Güneş'in merkezinin de yozlaşmış madde içermesi do

ğal hale gelir. Oysa, Akyıldız B gibi yıldızlar tümüyle yozlaşmış

maddelerden oluşmaktadır.

Bir cismin yüzeyinin çekimi (ya da yerçekimi), o cismin kütlesi ile yüzeyinden merkezine olan uzaklığına (ki bu "yarıçapı"-

dır) bağlıdır. Sözgelişi, Güneş'in kütlesi Dünya'nın kütlesinin 333.500 katıdır. Oysa, Güneş'in yarıçapı Dünya'nın yarıçapının 109,1 katıdır. Şu halde Güneş'in yüzeyinde durduğu kabul edilen bir kişi, Dünya'nın yüzeyinde durana göre merkezden 109,1

katı uzaklıkta olacaktır. Merkezden uzaklaştıkça çekim azalmaya eğilimli olacağından, kişi Güneş'in yüzeyinde durabilse daha az yerçekimiyle karşı karşıya gelecektir.

Güneş'in yüzeyindeki çekimi hesaplamak için, kütlesi yarıçapının karesine bölünmelidir. Bu da, 333.500/(109,l)2 şeklinde hesaplanınca sonuç 28 olarak çıkacaktır. Diğer bir deyişle Güneşin yerçekimi, Dünya'nın yerçekiminin 28 katıdır.

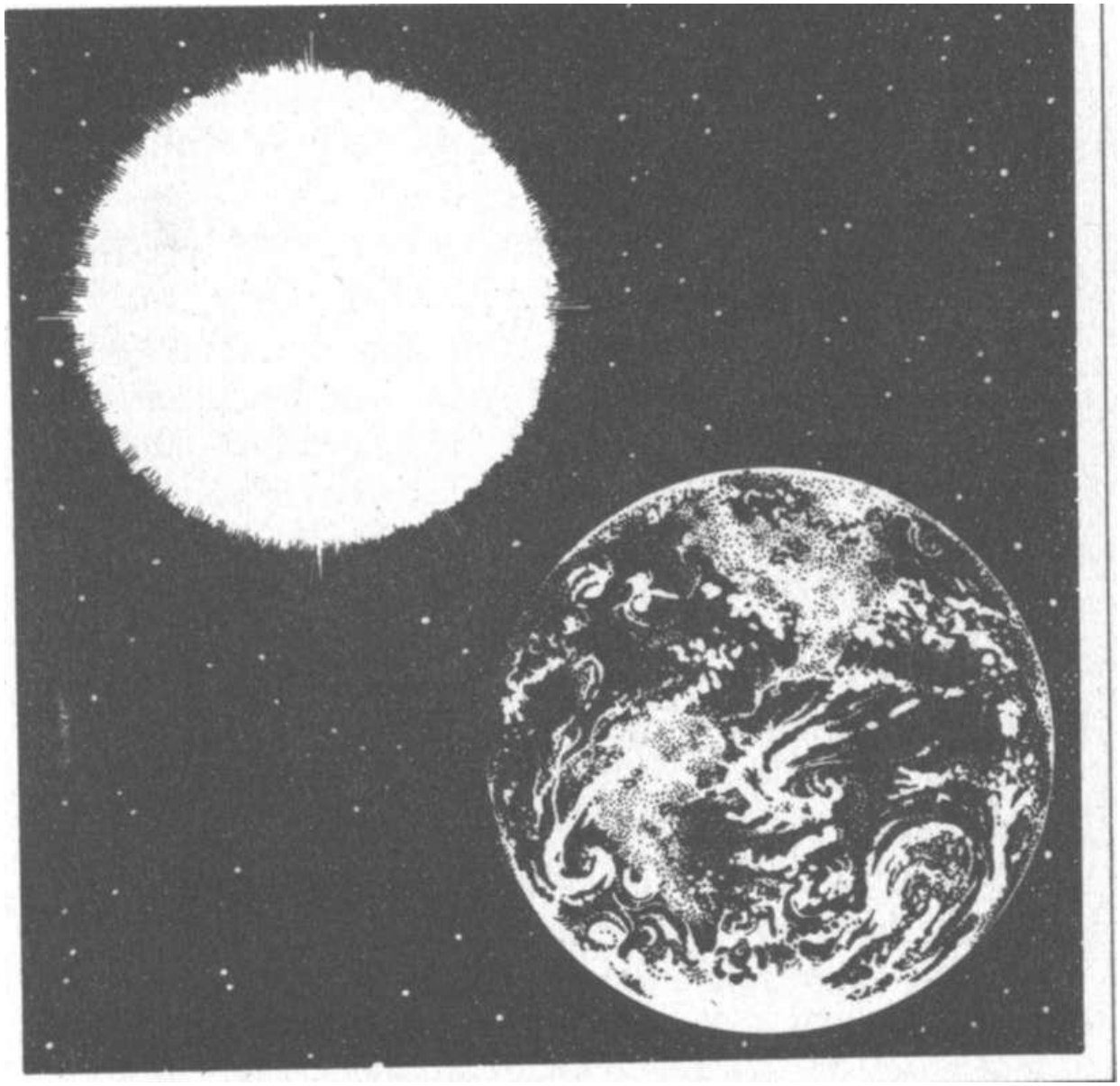
Şimdi Akyıldız B'yi düşünürsek, bu yıldızın kütlesinin Güneşin kütlesinin 1,05 katı olduğunu ve yarıçapının ise Güneş'in yarıçapından çok daha küçük olduğunu anımsamalıyız. Akyıldız B'nin yüzeyinden merkezine uzaklığı (yani yarıçapı) Güneş'in yarıçapının yalnızca 0.008 kadarıdır. Bu durumda Akyıldız'ın yer

çekimini bulmayı istersek: [l,05/(0.008)2] x28 ifadesini hesaplayarak Dünya'nın yerçekimine göre, Akyıldız B'nin yerçekiminin 470.000 katı

olduğunu buluruz.

Akyıldız B, sıcaklık açısından kızgın derecede ve beyaz oldu

ğu halde bu denli küçük olduğu için *beyaz cücelere* bir örneği 76



Gezegen büyüklüğünde bir yıldız: Bir beyaz cüce.

oluşturmaktadır. Yoğunluğu bu denli yüksek ve boyutları da böylesine küçük olduğu için Akyıldız B aynı zamanda "çökmüş yıldızlar'^ da bir örnek oluşturur.

Akyıldız B ve tüm beyaz cüceler artık ana sıralama üzerinde bulunmayan yıldızlardır. Ana sıralamadaki yıldızların merkezlerinde oluşan füzyon tepkimeleri öyle bir ısı oluşturur ki, bu ısı yıldızı genleşmiş bir durumda tutar. Füzyon tepkimeleri ba

şarısızlığa düşmeye başlayınca yıldız genleşmiş durumda kalamaz ve kendi iç çekim güçleri onu bir beyaz cüce halinde çökmeye zorlar.

Gökadadaki yıldızlardan yüzde 15 kadarı beyaz cüce halinde olabilir. Bunun anlamı olasılıkla gökadada kırk beş milyar dolayında beyaz cücenin bulunması demektir. Beyaz cüceler pek kü

çük oldukları için o denli sönüktürler ki, bunlardan ancak bize oldukça yakın olanları görülebilir. Bize en yakında olan beyaz cüce Akyıldız B bile, yakınında gözleri kör edecek parlaklıkta Akyıldız A bulunduğu halde, elde bir teleskop olmazsa çıplak gözle görülemez.

Kırmızı Devler

Şimdi, beyaz cüceleri kendileri nova olmadıkları halde novaların oluşumu bilmecesini çözmede temel anahtar olarak kullanabiliriz. Ayrıca, gene ana sıralama üzerinde yer almayan bir başka yıldız tipiyle daha ilgilenmemiz gerekmektedir.

Danimarkalı gökbilimci Ejnar Hertzsprung (1873-1967), ilk kez 1905 yılında ana sıralama üzerinde çalışırken gökyüzünde iki tür kırmızı yıldız bulunduğunu fark etti. Bunlardan bazısı pek sönükken diğerleri çok parlaktı. Ve bunlar arasında orta parlaklıkta kırmızı yıldız görülmüyordu.

Kırmızı yıldızın yüzeyi göreceli olarak soğuk olduğu için (ya da hiç değilse kızıl derecede sıcak olmadığı için) rengi kırmızı 78

iken bizim Güneş'imiz beyaz denilebilecek bir kızgın sıcaklıktadır. Kırmızı yıldızların yüzey sıcaklıkları yalnızca 2.000° C olabilir. İnsan böyle yıldızların yüzey birimi başına göreceli olarak daha az ışık yaymasını bekler. Ve bunlar, Güneş kadar ya da daha küçük olsalar bile sönük yıldız olarak kalacaktır. Sönük kırmızı yıldızlar bu nedenlerle kişiye şaşırtıcı gelmezler. Şu halde bu noktada pek parlak olan kırmızı yıldızlan nasıl açıklayabiliriz?

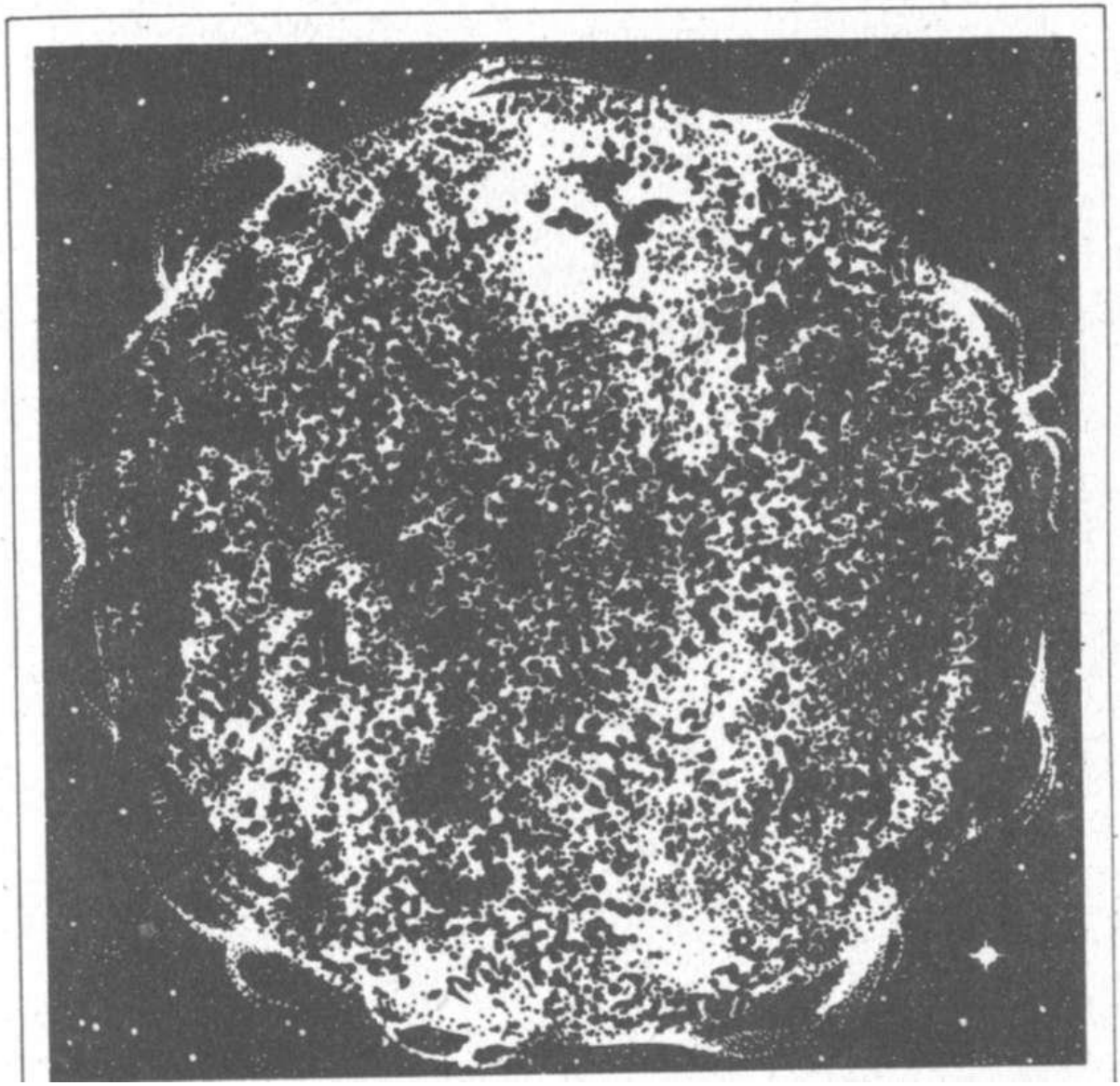
Soğuk bir yıldızın pek parlak olabilmesi için yüzeyinin çok geniş olması ve yıldızın da bizim Güneş'imizden büyük olması gerekir. Parlak kırmızı yıldızların çapı olasılıkla bizim Güneş'imizin çapının yüzlerce katı büyüklüktedir. İkizlerevi (ya da Betelgeuse) veya Akrep Yüreği (ya da Antares) gibi yıldızlara bu yüzden *kırmızı devler* adı verilmektedir.

Ana sıralama kavramı ilk kez düşünüldüğünde, kırmızı devlerin bu sıralama üzerinde olmadıkları belirgin biçimde benimsenmişti. Kırmızı devlerin bir doğum işlemi içinde olmadıklarını varsaymak akılcı bir yol gibi görülüyordu. Çünkü, onlar kendi çekim alanları altında yoğunlaşıyor ve bunu yaparken de küçülüyor, daha da kızgın sıcaklıkta ısınıyorlar deniliyordu. Sonuçta, kırmızı devler normal büyüklük ve sıcaklığa gelene kadar yoğunlaşacak, sonra ana sıralamaya gireceklerdi. Kırmızı devler için benimsenen düşünce böyleydi.

Ama, bu düşünce şekli daha sonraları kabul görmez oldu. Bilim adamları, tümünün olasılıkla aynı zamanda oluştuklarını ve bu yüzden de aynı yaşta olduklarını düşündükleri yıldız kümelerini inceliyorlardı. Gökbilimciler tüm yıldız kümelerinin bir evrim geçirmekte olduğunu ve bir yıldızın kütlesi arttıkça evrimin hızlandığını sezinlemekteydiler. Bu nedenle farklı yıldızların kütlelerini hesapladıkça onların evrimin hangi farklı aşamasında olduklarını kestirebiliyorlardı. Kütlesi en büyük olan yıldızlar kırmızı devlerdi. Bu da, öyle yıldızların ana sıralama üzerinde olmamalarına karşın, yıldız

evriminin erken dönemini değil son aşamasını yaşadıklarını gösteriyordu.

79



Olağanüstü bir yıldız: Kırmızı dev. (Burada bizim Güneş'imiz resmin

sol alt köşesinde gösterilmiştir).

80

Şimdi şu soruyu soralım: Kırmızı bir dev nasıl oluşur?

Günümüzde bu soruya yanıt şöyle verilmektedir: Ağır ağır, milyonlarca ve hatta milyarlarca yıl içinde yıldızın merkezindeki hidrojen tüketilir ve füzyon tepkimesi sonucu hidrojenden daha yo

ğun olan helyum kütlesi oluşarak o yıldızın merkezinde toplanır. Merkezde oluşan helyum küresinin dış kenarında hidrojen füzyonu olayı sürer. Ama, biz dikkatimizi şu anda merkezdeki helyum küresi üzerinde odaklayacağız.

Yıldızın merkezindeki helyumun kendisi yoğunlaştıkça, helyum küresi kararlı biçimde daha küçülür, daha yoğunlaşır ve daha kızgın sıcaklıkta bir hale gelir. Sonunda yeterli ısı ve basınç olu

şarak bu etkenler "helyum füzyonu" olayının başlamasını sağ-1

larlar. Helyum çekirdekleri birleşerek bu kez daha karmaşık karbon, azot ve oksijen çekirdeklerini oluştururlar.

Bu işlemde, helyum çekirdeğinden dışarı doğru, hidrojen füzyonunda oluşup çıkandan daha fazla ısı çıkar. Bu da yıldızın dış

tabakalarının, hidrojen füzyonu olayını yaşayan normal bir yıldıza göre çok daha fazla ısınması ve pek büyük oranda genleşmesine yol açar. Genleşen yıldızın işte bu noktada ana sıralama aşamasından ayrıldığı kabul edilir.

Dış tabakalar genleştikçe, yalnızca kırmızı görünüşlü olarak soğur ama yüzeyin büyük oranda genişlemesi bu sıcaklık azalmasını telafi eder. Eğer yıldızın çapı 100 katı artarsa yüzey alanı 100x100 ya da 10.000 kez artmış olur. Bu nedenle böyle bir yıldızın soğuk yüzeyli olmasına karşın, ışınımla yaydığı toplam ısı normal bir yıldızın yaydığından daha fazladır.

Helyum füzyonu olayında, toplam olarak hidrojen füzyonundan daha az enerji ortaya çıkar. Bu yüzden helyum toplamı, hidrojen toplamının

sürebileceğinden daha az sürede biter. Helyum füzyonunun sonunda ortaya çıkan ürünler daha başka füzyon işlemlerine yol açarlar ancak helyum füzyonundan ortaya çıkan enerji belki de hidrojen füzyonundakinin yirmide biri kadardır.

Ama, gene de kırmızı dev korkunç oranda enerji yaymayı sürdürür.

Bir yıldızın yaşam süresi açısından bunun anlamı, kırmızı dev olma aşamasının çok uzun olmaması demektir. Oysa, insan ömrü açısından düşünürsek bu süre çok uzun olup bir ile iki milyon yıl kadar sürer. Belki de bu nedenle, gökyüzünde görülebilen pek az kırmızı dev bulunmaktadır. Gökadadaki yıldızlardan yalnızca yüzde l'i kırmızı devdir. Bu da, gökadada yalnızca 2,5 milyar kırmızı devin bulunacağı anlamına gelir. Ve kuşkusuz, toz bulutları olmasa kırmızı devler çok daha büyük uzaklıklardan görünebilecekleri halde biz yalnızca gökadanın bizim tarafımızda kalanlarından bir bölümünü görebilmekteyiz. Ancak çoğu yıldız ya henüz kırmızı dev olma aşamasına erişmemiş ya da bu aşamanın ötesine geçmiş bulunmaktadır.

Bir kırmızı devin merkezindeki atom çekirdekleri füzyon olayını, buradaki sıcaklık yeterince yüksek olduğu dönem boyunca sürdürürler. Kütlesi en büyük olan yıldızlarda merkezdeki sıcaklık gerçekten pek yükselir ama gene de füzyon olayı demir atomu çekirdeği oluşana değin sürer. Demir atomu çekirdeği bir bitiş

sinyalini oluşturur. Bundan sonra, demir atomu çekirdeği ya daha küçük çekirdeklere bu kez fisyon işlemiyle bölünür; ya da daha büyük atom çekirdeklerini oluşturmak üzere füzyon olayı sürer, ama, enerji ortaya çıkmaz olur artık. Gerçekte her iki olay için de enerji dışardan ikmal edilmelidir. Şu halde yıldızın içinde süren füzyon tepkimelerinin son "külleşme" aşaması olarak demir atomu çekirdeğinin oluşmasını düşünebiliriz.

Kırmızı devin merkezindeki sıcaklığın yıldızın genleşmesine yetmeyeceği bir sıcaklık derecesi olsun ya da sonunda merkezde demir atomu çekirdeği oluşsun, sonuç aynı şekilde gerçekleşir.

Nükleer ateş söner ve yıldızı kendi çekimi karşısında genleşmiş

durumda tutacak güç kalmaz. Ve yıldız çöker. Bu da pek kısa süre içinde olur.

Yıldız çökerken sıcaklığı artar ve dış tabakalarında kalmış olan bir miktar hidrojen yeterli ısı ve basınç altına girince füzyon olayını başlatır. Böylece yıldızı oluşturan kütlenin bazı bölümlerini koparıp uzayın boşluklarına fırlatacak güçte patlamalar olur ve çöken yıldızın çevresini genişleyen küre şeklinde gaz ile tozlar sarar.

Bu aşamada bazı yıldızlar bize görünebilirler. Yıldızın çevresindeki genleşmiş gaz kütlesi tutuşmuş olup görüş hattımız içinde en kalın durumunda olan dışhatlarını pek belirgin bir biçimde görebiliriz. Böylece çökmüş olan yıldız sanki bir duman halkasıyla çevriliymiş gibi görünür.

Yıldızlararası boşlukta bulunan herhangi bir toz ve gaz bulutu, *bulutsu* (ya da Latince'den gelen sözcükle *nebula)* adıyla adlandırılır. Ve bulutsu eğer bir yıldızın çevresinde yer almışsa bu kez ona da *gezegence bulutsu (planetery nebula)* adı verilir.

Bilinen 1.000 dolayında gezegence bulutsu bulunmaktadır.

Bunlardan en ünlüsü de Çalgı takımyıldızı içinde yeralan Halkalı bulutsudur.

Her gezegence bulutsunun merkezinde çok kızgın sıcaklıkta, mavi-beyaz renkte bir yıldız bulunur. (Kişi, bunun yeni oluşmuş

bir beyaz cüce olmasını bekler). Böyle yıldızın ışınımı, gaz kabuğunu dışarı doğru itmeyi sürdürür. Genişleyen gaz kabuk incelir, donuklasın

Ve yıldızlararası boşlukta dağılan gaz ve tozlar sonunda gözden kaybolur. En sonunda 100.000 yıl gibi bir süre geçtikten sonra geriye kalan çevresinde hiçbir şekilde dikkati çeker bulutsu bakiyesi bulunmayan bir beyaz cücedir. İşte, Akyıldız B şimdi bu aşama içindedir.

Beyaz cüce, içinde artık nükleer füzyon olayı gerçekleşmeyen bir yıldızdır. Çünkü, içinde bu denli yüksek ısı verecek bir kaynak bulunmamaktadır. Beyaz cüce çağlar geçtikçe pek ağır ağır soğur. Sonunda görülebilecek çok az ışık çıkarır ve *kara cüce* durumuna gelir. Ancak, evren herhalde yeterince yaşlı olmadı

ğından henüz hiçbir kara cüce oluşmuş değildir.

Çiftyıldızlar ve Çökme Şu anda, bir yıldız nova haline gelirken içinde neler olduğunu kestirebilecek durumda değil miyiz?

Kırmızı bir dev çöktüğünde, dış tabakalarındaki hidrojen yo

ğunlaşırken bir ışık çakması olur. Bu ışık çakışının bir novayı temsil etmesi gerekmez mi? Şu halde bir yıldız patlaması gaz ve toz çıkaracağına göre Perse novası ve Kartal novasında da böyle bir gaz ve toz çıkışını gözlemlemiş olmamız gerekmez miydi?

Gerçekte bu olmaz. İlknovalar üzerinde yapılan incelemeler (bunlar, ne yazıktır, pek az sayıda yapılabilmiştir) onların birer kırmızı dev olmadıklarını göstermiştir. Bundan gayrı, bir nova sönükleşip ilk durumuna geri dönünce bir beyaz cüce olmaz. Her iki durumunda da yıldız bir dereceye kadar Güneş'ten daha parlak ve kızgın sıcaklıkta olmak üzere ana sıralama üzerinde gö-N

rülür.,

Bu bilmeceyi çözmek için çoğu yıldızın çiftyıldız sistemleri içinde yer almış olduklarını anımsayalım. Böyle olduğu için bizler çiftyıldızlardan

birinin ana sıralama üzerinde bulunuşunun sona erdiği zaman kırmızı dev halinde genişleyeceğini, çiftyıldızdan ötçkinin ise şimdi de ana sıralama üzerinde kalacağını ve yıldızların bu durumlarında onlarda neler olacağını şu ana de

ğin öğrendiklerimizle merak etmeye hak kazanmış bulunuyoruz.

Çiftyıldızlardan her ikisi de aynı zamanda oluşmuş bulunmalıdır. Ve ikiliden daha kütleli olanı ana sıralama üzerinde bulunuşunu daha kısa sürede bitirir ve bu nedenle ikiliden biri ilkönce beyaz cüce olarak sona erer.

Bununla birlikte en iyi tanıdığımız beyaz cüce olan Akyıldız B, bu sonuca karşı çıkar. Artık ana sıralama üzerinde olmayan bu yıldız Güneş'in kütlesinin yalnızca 1,05 katıyken, şimdi de ana sıralama üzerinde yer alan Akyıldız A'nm kütlesi Güneş'in kütlesinin 2,5 katıdır. Bu anormalliği nasıl açıklayabiliriz?

Burada elde edilecek mantıklı sonuç, Akyıldız B'nin başlangıçta daha büyük kütleli olduğu ve bu yüzden kırmızı dev aşamasına daha önce girdiği şeklindedir. Akyıldız B, kırmızı dev durumuna girip çökmeye başlayınca kütlesinin büyük bir bölümü dışarı fırlatıldı. Sonunda, Akyıldız B olarak kalan ve beyaz cüce olarak yoğunlaşan bölüm, yıldızın ilk şekline göre oldukça az kütleli bir duruma geldi.

Dahası, Akyıldız B'nin çöküşü sırasında dışa fırlattığı parçalar Akyıldız A tarafından kapılmış ve böylece ikinci yıldız ilk şekline göre daha çok kütleli hale girmiş olabilir. (Bunun anlamı, Akyıldız A'nın ana sıralama üzerindeki yaşam süresinin de bu yüzden ciddi biçimde kısalması demek olacaktır).

Akyıldız ikilisinde herhangi bir novanın oluştuğunu gösterecek hiçbir şey bulunmamaktadır. Oysa, çiftyıldızlardan birinden öbürüne kütle intikali kavramı önem kazanmaktadır.

Novaları bugünkü şekilde anlamamıza yol açan anahtar ke

şif, 1954'te gözlenen bir olay sonucu gerçekleşti.

O yıla değin, "nova sonu" durumu dikkatle incelenmiş ve bu durumda novaların titrek ışık çıkarmakta oldukları saptanmıştı. Novalar bu durumlarında normal yıldızlar gibi düzgün, kararlı biçimde ışık vermiyor; yaydıkları ışıkta hızla ve ufak çapta gerçekleşen değişiklikler oluyordu. Doğallıkla gökbilimciler nova sonu durumunu normal bir yıldızdan ayırt edecek *herhangi bir şeyi* arıyorlardı ve bu ışık titreşimleri bir umut uyandırmıştı.

Bu şekilde gözlem altında tutulan yıldızlardan biri Herkül novasıydı. Nova, yirmi yıl önce saptanmış ve daha sonra adına *DQ*

Herculis denilmişti. 1954 yılında Amerikalı gökbilimci Merle F.

Walker, bu novanın ışık titreşimlerinde salt sönükleşmenin bir saat sürdüğünü ve sonra novanın başlangıçtaki parlak dönemine girdiğini ayırt etti. Nova üzerinde yapılan sonraki gözlemler sönükleşmenin peryodik olarak ve 4 saat 39 dakikada bir ger

çekleşmekte olduğunu gösterdi.

Bu durumda, başlangıçta kimsenin ummadığı şekilde, DQ

Herculis novasının da Umacı yıldızı gibi örten değişen bir çiftyıldız olduğu açıktı. Bu gerçeğin daha önce dikkatleri çekmemesinin nedeni, yıldızın parlaklığının değişmesinin büyük çapta olmayışı ve değişme sürelerinin ise pek kısa oluşlarıydı. Kimse bir yıldızdaki ışığın parlamalarındaki değişikliklerin bu denli sıklıkla yineleneceğini beklememiş ve bu yüzden o yıldızı gözlememişti. Gerçekte DQ Herculis bir çiftyıldız olarak tanındığı zaman, o güne değin bilinen en kısa parlaklık değişim süresi de kat kat aşılmış oluyordu.

Bu da, çiftyıldızlardan ikisinin ortak bir ağırlık çevresinde hızla döndükleri ve birbirlerine aşırı derecede yakın oldukları anlamına geliyordu. Gerçekte, günümüzde yapılan en iyi tahminle DQ Herculis'i oluşturan iki yıldızın merkezleri arasındaki uzaklığın 1,5 milyon kilometreden (ya da 900.000 mil) çok olmadığı düşünülmektedir. Eğer her iki yıldız bizim Güneş'imiz büyüklüğünde olsalar birbirlerine değer gibi durumda olacaklardı.

Durum yalnızca bir rastlantı mıydı? DQ Herculis'in çok yakın bir tarihte nova oluşunun, birbirine çok yakın bir çiftyıldızdan oluşmasıyla ilintisi yok muydu?

Sorulara olumlu yanıt vermek için diğer nova sonu durumlarını iyice inceleyip onların da birbirlerine pek yakın çiftyıldızlar olup olmadıklarını araştırmak gerekir. Yukarda sözünü ettiğimiz Walker'in döneminde yaşayan bir başka gökbilimci olan Robert P. Kraft, incelediği on nova sonu durumunun yedisinde bunların birbirlerine pek yakın çiftyıldızlar olduğunu saptadı.

Doğallıkla bu durum bir rastlantıdan ve tüm çiftyıldız sistemlerinin birbirlerini tutulmayla örterek kapatmasından çok fazla şey beklemek demek olurdu. Üstelik tayflarının dikkatle incelenmesi, nova sonu durumlarının herhangi bir tutulma (örtme) olayı işaretini göstermeksizin birbirlerine pek yakın çiftyıldızlar bulunduğunu ortaya koyuyordu.

Ancak birbirlerine aşırı derecede yakın çiftyıldızlar novalar gibi çok çok enderdir. Şu halde, hem nova ve hem de pek aşırı derecede birbirine yakın çift yıldızların varlığını basit şekilde rastlantı diye kestirip atmak da doğru olmazdı. Bu iki durum arasında bir bağlantı olması gerekirdi.

Daha sonraları bir gerçek daha keşfedildi. Nova sonu durumundaki yıldızlar normal ana sıralama üzerindeki yıldızlar gibi görünüyorlardı. Ama, tayflarının dikkatle incelenmesi küçük, beyaz kızgın sıcaklıkta

bir beyaz cüce durumunu ortaya koyuyordu. Başka bir deyişle, nova sonu durumundaki birbirlerine aşırı derecede yakın çiftyıldızdan birinin beyaz cüce olduğu saptanmış oluyordu.

Bu da, bir tutulma (örtme) olayında çiftyıldızın parlaklığındaki azalışın bu denli az oluşunun açıklaması olmalıydı. Beyaz cüce, normal parlaklıkta olan ikinci yıldızın önüne geçtiğinde onu hemen hemen örtmüyor ve iki yıldızın birden parıldadığı zamana göre toplam parlaklıkta pek az bir eksilme oluyordu.

Normal yıldız beyaz cücenin önüne geçtiğinde, küçük olduğundan ne denli parlak olursa olsun gene de büyük olmayan bir ışı

ğı kapatmış oluyordu. Bu durumda yeniden toplam parlaklıkta pek küçük bir azalma meydana geliyordu.

Böyle ana sıralama üzerindeki bir yıldızla beyaz cüceden olu

şan birbirlerine pek yakın çiftyıldızların bileşkesinin incelenmesinden gökbilimciler bir novayı oluşturacak şeylerin neler olaca

ğını ortaya çıkarmaya çalıştılar.

Başlangıç olarak birbirlerine aşırı derecede yakın çiftyıldız, ana sıralama üzerindeki iki yıldızdan oluşmuşlardı. Bunlardan daha kütleli olanı (A), sonunda kırmızı dev haline gelmişti. Kırmızı dev genleşirken pek fazla büyüyor ve arkadaşı (B)'ye dokunuyordu. Bu sırada (B) yıldızı, (A)'nın dış tabakalarından bir bölümünü kaparak daha kütleli bir hale geliyor ama bu yüzden ya

şamı kısalıyordu. Sonunda (A) yıldızı beyaz cüce durumuna çö-

küyor, bu sırada (B) ana sıralama üzerindeki varlığını daha kısa yaşamlı olarak sürdürüyordu.

Çok geçmeden (kuşkusuz, bu kısa süre yıldız yaşamına göre düşünmeli), bu kez (B) yıldızının füzyon yakıtı azalmaya başlamadan önce yıldız genleşmeye başlıyordu. Bu durum aşırılığa kaçmadan ve (B) bir kırmızı dev olarak tanımlanmaksızın dış

tabakaları şimdi beyaz cüce olan (A)'ya yakınlaşıyor ve (B) yıldızının bazı bölümleri çekim etkisiyle (A)'mn çekim alamna dökülüyordu.

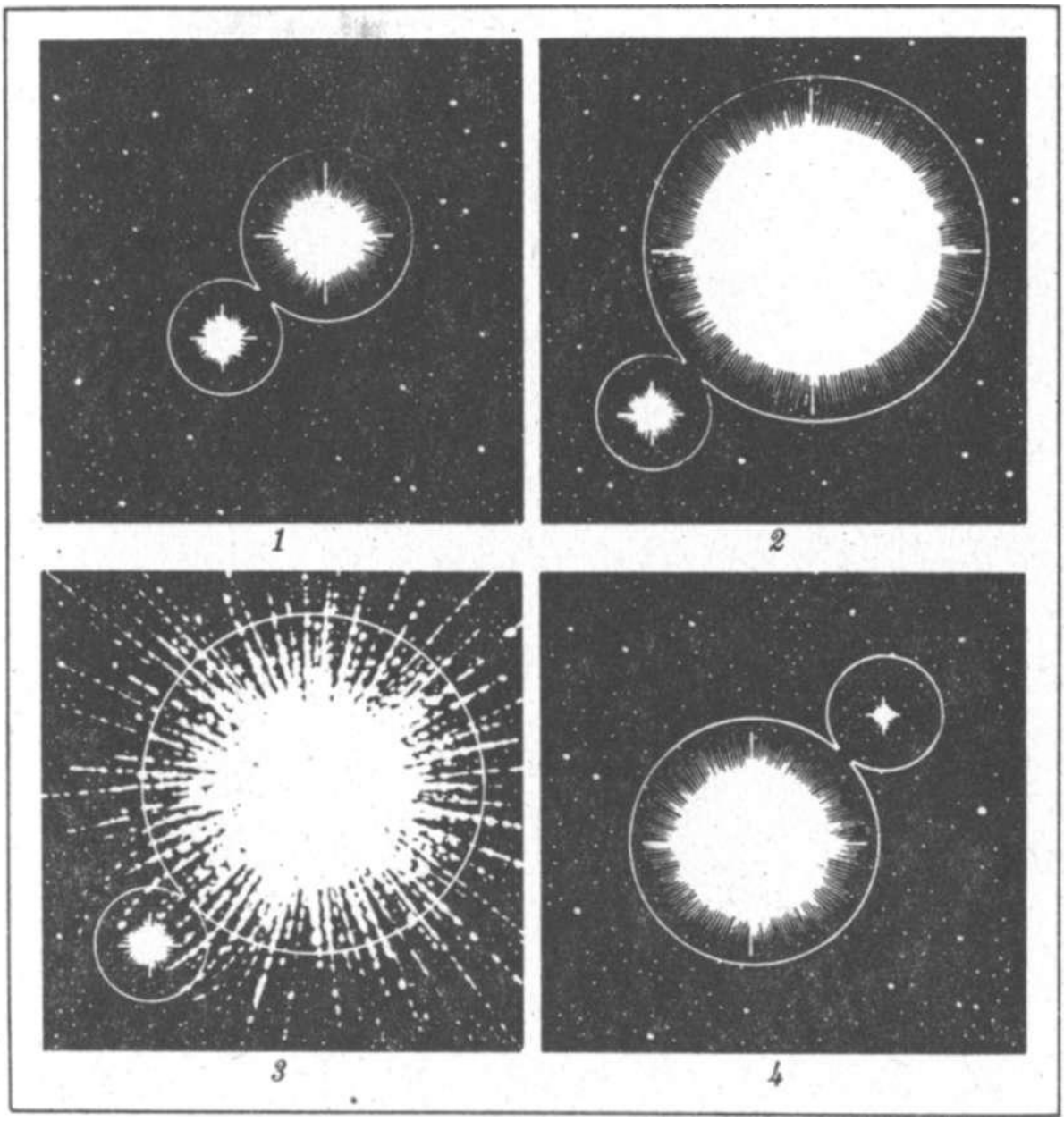
Daha önce olduğu gibi, (A) yıldızının (B)'nin yüzeyine çarptığında meydana gelen olay bu kez tersine yineleniyordu. Oysa, şimdi (B) yıldızının maddeleri (A) yıldızının yüzeyine çarpmıyordu. Çünkü (A) yıldızı, bir beyaz cüce olmuş ve pek küçülmüştü. Bunun yerine (B)'nin dökülen bölümleri beyaz cücenin çevresinde bir yörüngeye yerleşiyor ve *eklenti diskleri'ni* oluşturuyorlardı.

Bu tür gök cisimleri böylece adlandırılmışlardır. Ancak, yörüngesine oturmuş olan böyle yeni bir gök cismi kendi kendisine zarar verir. Olayın nedeni, bir çeşit iç sürtünme dolayısiyle gök cismini oluşturan partikül ve atomların birbirleriyle çarpışmalarıdır. Bu şekilde enerji yitiren disk, beyaz cücenin üzerine doğru çöker. Disk ağır ağır içe dönük sarmal biçimini alır ve beyaz cüce bunun kütlesini yavaş yavaş, yüzeyinde kalmak üzere, kendi kütlesine katar. (Buna da *eklenti* işlemi adı verilir).

(B) yıldızının merkezindeki hidrojenin bitmesine ve yıldızın kırmızı dev halinde genişlemesine karşın, sızıntı yapan dış tabakaları hemen tümüyle hidrojenden oluşmaktadır. Oysa şimdi, beyaz cüce durumundaki (A) yıldızında pek az hidrojen bulunur ve yıldızın dış tabakaları sızıntı yapan (B) yıldızının hidrojenini toplar.

Beyaz cücenin yüzeyine erişen hidrojen bu küçük yıldızın yo

ğun yüzey çekimiyle basınç altına sokulur ve sonuçta ısı kaza-88



Birbirlerine aşırı derecede yakın olan çiftyıldızlar birbirlerini etkiler şekilde devinmeye başlayarak her biri öbürüne zarar verecek biçimde genlesin Burada, Akyıldız (Sirius) ikilisinde olanlar gösterilmiştir.

nır. Giderek daha çok hidrojen geldikçe ısısı artmaya başlar. Sonunda sıcaklık hidrojen füzyonu tepkimesini başlatacak dereceye yükselir ve beyaz cücenin yüzey ısısı daha da artar.

Sonuç olarak, beyaz cücenin yüzeyinde öyle bir sıcaklık derecesine ulaşılır ki, eklenti diskinde de geniş çapta bir füzyon işlemini başlatacak sıcaklık derecesine erişilmiş olur. Diskin büyük bölümünde dev bir ışık parıltısı çıkaran füzyon olayı oluşarak eklenti diskinin dış tabakaları beyaz cücenin yerçekimi etkisinden kurtulur.

İşte bu büyük ışık parıltısını Dünya'dan nova olarak görürüz.

Eklenti diskinin beyaz cüceden genişleyen bir toz ve gaz bulutu çıkarması ise, görebildiğimiz kadarıyla bir nova sonu durumudur.

Bu durumda füzyon tepkimesi ağır ağır biter ve uzun süre içinde etkinlik sona ererek beyaz cücenin yüzeyi soğur. Sonra aynı çevrim, hidrojen sızıntısı (A) yıldızının yüzeyindeki soğumuş eklenti diskinin üzerine alınıp yoğunlaştıkça yinelenir. Sonunda, bir başka patlama daha olur. Bu durumda (B) yıldızı genleşmesini tamamlayıp beyaz cüce olarak çökünceye değin nova olayı birçok kez yinelenir. (Her ikisi de beyaz cüce durumuna girmiş

çiftyıldızlar bilinmektedir. Ancak, çiftyıldızı oluşturan ikili birbirlerinden yeterince uzaksa ve birbirlerine gerekli hidrojen sızıntısı yapamıyorsa, çiftyıldızın her birinde nova olayı görülmez).

Genel olarak ilk nova en parlak olay olarak görülür ve ortaya çıkan sonuç bazen *bakir nova* olarak adlandırılır. Perse novası, Kartal novası ve Kuğu novası birer bakir nova sayılabilirler. Sözgelişi ikinci patlama 20.000 yıl sonra ve daha az parlak olabilir.

Ve sonraki yinelenmeler daha az görülmeye değer nitelikte olacaklardır.

Beyaz cücenin kendisi de nova olayının şiddetine katkıda bulunur. Beyaz cüce, yoğun kütleli karbon, azot ve oksijen atom çekirdeklerine sahip bulunmaktadır. Yıldızın yüzeyindeki atom 90

çekirdeklerinin küçük bir miktarı dışardan gelen hidrojenle karışabilir. Yoğun kütleli atom çekirdekleri hidrojen füzyonu tepkimesini

hızlandırma eğilimindedir. Eğer ortalama bir değerden daha çok, yoğun atom çekirdeği hidrojenle karışırsa, hidrojenden oluşan kabuk tabakasında füzyon olayı büyük oranda hızlanır ve çok parlak olan ilk ışık çakması olur; bunu izleyen sönükleşme de hızla gerçekleşir. Eğer hidrojen füzyonu tepkimesine küçük tutarda yoğun karbon, azot ve oksijen atomu çekirde

ği katılıyorsa ilk parıltı çok fazla olamaz ve sönükleşme de çok daha ağır olarak gerçekleşir. İşte, hızlı ve yavaş novaların var olu

şunun nedeni de budur.

Bir novanın oluşumu işte böyle güç koşullar altında gerçekleşmektedir. Böylece gökadada nova durumuna erişebilen yıldızların sayısının az oluşunun nedeni açıktır. Burada gerekli olan koşul, bir çiftyıldızın bulunması ve ikiliyi oluşturan yıldızların birbirlerine aşırı derecede yakın olmalarıdır.

Şu halde, bizim Güneş'imiz bir nova olabilme özelliklerine uymamaktadır. Bildiğimiz kadarıyla Güneş'imiz birbirine aşırı derecede yakın olan çiftyıldızlardan biri değildir. Sonuç olarak Güneş beş milyar yıl ya da daha uzun bir süre sonra yeterince hidrojen tüketip helyum füzyonu olayını başlatacaktır. O dönemde kırmızı dev olarak genleşecek, sonunda beyaz cüce olarak çökecek ama bu olayları kendi kutsanmış yalnızlığı içinde ve dışardan işine hiçbir karışma olmaksızın yapacak; hiçbir şekilde nova haline gelmeyecektir.

4

DAHA BÜYÜK PATLAMALAR

Gökadanın Ötesinde mi?

Tüm novalar, işin içine bir de beyaz cücenin karıştığı birbirine aşırı derecede yakın çiftyıldızlarda oluşmaz. Bir de olasılıkla farklı bir olay sonucu nova meydana gelir. Böyle ayral bir durumu anlamak için evren hakkındaki görüşlerimizi genişletmek zorundayız.

Gökyüzünde gördüğümüz yıldızların sabit şekilli ve sonu olan büyüklükte bir yapının (gökadanın) parçası oldukları ilk kez açıklıkla anlaşıldığında çoğu gökbilimci yıldızların tamamının ya da hemen hemen tamamına yakın bölümünün bu yapı içinde yer aldığını kabul etmişlerdi. Diğer bir deyişle onlara göre, gökada aşağı yukarı tüm evreni oluşturuyordu. *

O zamanlar .gökadanın dışında yer aldığı düşünülen gök cisimleri "Magellan bulutları" idi. Bunlar en güney göklerinde yer almışlardı ve Avrupa enlemlerinden görülmüyorlardı.

Onları ilk kez görüp 1520 yılında betimleyen Avrupalı, Uzakdoğu'ya keşif gezisi düzenleyip bunu batı yönüne doğru çizilmiş

bir rota üzerinde gerçekleştiren Ferdinand Magellan olmuştu.

Uzakdoğu'ya varmak için yapacağı keşif gezisi (ki bu tamamlandığında ilk kez denizden yapılan Dünya turu olmuştu), Amerika kıtasını geçecek şekilde düzenlenmeliydi. Bunu yapmak için, gemiler Amerika'nın güney ucuna yelken açtılar ve şimdi Magellan boğazı denilen yerden geçtiler. Bu denli uzak güney enlemlerinde gökyüzüne bakılınca yükseklerde Magellan bulutları görülebilir.

Magellan bulutları iki donuk ışık bölgesinden oluşur. Bunlar sanki Samanyolu'nun iki ayrı ve ufak parçası gibidirler. Magellan bulutları böyle ayrı görünümde olduklarından gökadamızın, daha bilinen adıyla Samanyolu'nun bir parçasını oluşturmaz, aslında bir kenarında yer alırlar.

Yıllar geçtikçe Magellan bulutlarının tıpkı Samanyolu gibi, pek büyük sayıda sönük yıldızdan oluştuğu meydana çıkarıldı.

1930'lu yıllara gelindiğinde Büyük Magellan bulutunun 47.500

parsek ve Küçük Magellan bulutunun 50.500 parsek uzağımızda olduğu anlaşıldı. Bulutların her ikisi de gökadamızın sınırlarının ötesindeydi.

Ayrıca her iki bulut da gökadamızdan küçüktü. Gökadamız 250 milyar dolayında yıldızdan oluşurken Büyük Magellan bulutunda yalnızca on milyar dolayında yıldız bulunuyor ve Kü

çük Magellan bulutu ise sayısı iki milyardan fazla olmayan yıldızdan meydana geliyordu.

Şimdi Samanyolu'nun diğer gökadalardan ayrı bir yapıda olduğu anlaşılmış bulunduğundan Magellan bulutları bizim gökadamızın uydu gökadaları olarak düşünülebilir. Magellan bulutlarının her nasılsa gökadamızdan ayrıldığı ve aynı çekim sisteminin etkisi altında Dünya-Ay sistemi gibi bir birlik oluşturdukları tartışılabilir.

Ve hemen akla şu soru gelir: Samanyolu-Magellan bulutları sistemi dışında başka bir sistem var mıdır?

1800'lü yıllara gelinceye değin, pek az gökbilimci böyle sistemlerin var olabileceğini düşünmüştü. Gerçekte görülebilen tek bir tür gök cismi vardı ve bu da yıldıza benzemiyordu.

Bununla birlikte gökyüzündeki her şey yıldız ya da Samanyolu ve Magellan bulutları gibi sönük ışıklı ama yıldızlardan oluştuğu düşünülen bir sistem değildir. Sözgelişi, bazı gökbilimsel cisimler tümüyle farklı yapıdadır.

1694 yılında Hollandalı gökbilimci Christian Huygens (1629-1695), çıplak gözle görülebilen, üç yıldızın ortasında yer alan, parlak ve tüylü

gibi ışık veren bir gökcismini betimledi. Huygens'e göre bu yıldız yaratıcı bir akla, Oriyon takımyıldızı içinde dev bir avcının' elindeki kılıcı düşündürebilirdi. Teleskop ise, burada ışık veren bir sisle yarı gizlenmiş durumdaki yıldızları gösteriyordu.

Aşağı yukarı aynı dönemlerde bu gök cisminin ne olabileceği düşünüldü. Gök cismi, büyük bir toz ve gaz bulutundan oluşan bir bulutsu idi ve çevresinde parıldayan yıldızlarla ışıklanıyordu. "Oriyon bulutsusu" diye adlandırılan bu kütlenin günümüzde bir yanından öbür yanına uzaklığının dokuz parsek; dünyamızdan uzaklığının da 500 parsek olduğunu biliyoruz. Dünyasal standartlara göre ince, yoğunluğu az bir bulut olup laboratuvarlarımızda bundan daha iyi vakumu oluşturabiliriz. Ancak, görüş hattı üzerinde pek yaygın durumda partiküller bulunmakta ve bunlar bulutsu içindeki yıldızların görülmesini engellemeye yetmektedir.

Buna benzer başka, görülmeye değer, pek çoğunun şekli ve renkleri güzel olan ışıklı bulutsular vardır. Bunlar yalnızca gökadamız içinde bulunmamaktadır. Sözgelişi, Büyük Magellan bulutu içinde, Oriyon bulutsusundan daha büyük olan "Tarantula bulutsusu" yer almaktadır.

Karanlık olan adlarına kara bulutsu denilen bulutsular da vardır. Samanyolu'nu dikkatle inceleyen gökbilimci William Herschel gökadamızın içinde pek az yıldızın görüldüğü ya da hiçbir yıldızın görülmediği bölgeleri saptamıştır. Herschel buralarda yıldız bulunmadığı ve Dünya'nın da buraları bir tünelden bakarmış gibi boş görecek bir yerde yer almış olduğu fikrini benimsemişti. Bilim adamı böyle bölgeleri "gökyüzündeki delikler" olarak betimledi.

1919 yılına gelinceye değin, böyle 182 karanlık bölge saptanmış bulunuyordu. Gök cisimleriyle bu denli kalabalık olan gökadada hepsi Dünya'ya dönük böylesine çok deliğin bulunması olanaksız görülmeye başlanmıştı. Amerikalı gökbilimci Edward Emerson Barnard (1857-1923) ile Alman gökbilimci Maximilian EJ.C. Wolf (1863-1932) birbirlerinden tümüyle bağımsız olarak 1890'lı yıllarda bu bölgelerin birer bulutsu olduklarını, ancak Oriyon bulutsusuna benzemediklerini ileri sürdüler. Bu bulutsular ışıklı değillerdi çünkü içerdikleri toz parçacıklarını aydınlatacak yıldızları örtmüyorlardı.

Böyle kara bulutsular görünebilir çünkü yıldızların sık oldu

ğu bölgelerde aynı görüş hattı üzerinde bulunmaktadırlar. Bulutsular, bazı yıldızları örtüp gizlemiş ve onların önünde kara, düzensiz gölgeler şeklinde yer almışlardır.

Yıldız içermeyen kara bulutsular ile yıldız içeren ışıklı bulutsular gökyüzünde görülen tüm bulutsuları oluşturmazlar. Her iki sınıfa da girmeyen ve bilmece oluşturan bulutsular vardır. Bunlardan en çok bilinen, en parlak olan ve çıplak gözle görülebileni; oldukça sönük, dördüncü kadirde ve donuk bir yıldız görü-

nüşündedir. Bulutsu, Andromeda takımyıldızı içindedir (Bu takımyıldıza İngilizce'de "Zincire Vurulmuş Kadın" adı da

verilmektedir-Çeviren) ve bazı Arap gökbilimciler tarafından varlığı saptanmıştır.

95

Ancak, 1611 yılında Alman gökbilimcisi Simon Marius (1573-1624) ilk kez teleskopla incelediği için bu bulutsuyu bulan kişi olarak listeye geçirilmiştir.

Fransız gökbilimcisi Charles Messier (1730-1817), pek geçici bir olay olarak gerçekleşen ve bulunduğu yeri ardındaki yıldızlı zemine göre değiştirip sonunda gözden kaybolan kuyrukluyıldızları tutkulu bir biçimde inceleyen bir bilgindi. Messier 1781

yılında kuyrukluyıldız olmayıp yıldızlar arasında sürekli, sabit sakinler halinde bulunan birtakım donuk gök cisimlerinin bir katalogunu hazırladı. Amacı, diğer kuyrukluyıldız gözlemcilerinin bu gibi gök cisimlerini kuyrukluyıldızlarla karıştırıp sonunda düş kırıklığına kapılmamalarını sağlamaktı. Bu katalogda Andromeda bulutsusu otuz birinci sırada yer alır ve bazen " M 3 1 "

olarak da adlandırılır.

Andromeda bulutsusu bir bilmece oluşturur demiştik. Nedeni kara bulutsu değil, ışıklı olmasıdır. Diğer yandan bulutsunun içinde parlamasını sağlayacak yıldız olmaması yüzünden bu bulutsunun ışıklı olması için hiçbir neden bulunmamaktadır. İçinde yıldız olmadan bir toz bulutunun parıldaması bir anormalliktir.

Messier'in hazırladığı katalog, içinde yıldız bulunmadığı halde gene de parıldayan sis lekesi örneklerini de içermektedir. Bunlardan bazısının yıldız olduklarına daha sonraları Herschel gibi gökbilimciler karar verdiler. Bu bilim adamları Messier'in saptadığı gök cisimlerinden bazılarının yoğun küresel yıldız kümeleri (ya da yalnızca küresel küme ki, çok sayıda yıldızın tek bir merkeze doğru yığılmasıyla ortaya çıkmış küre biçimli bir yıldız topluluğudur-

Çeviren) oluşturmaktadır. Ancak Messier'in liste-sindekilerden birkaçı bu sınıfa da konulamadı.

Herhalde, Andromeda bulutsusu için bir açıklama bulunmuş

olsa, aynı açıklama daha küçük ve daha az bilinen yıldızlara da uygulanabilirdi. Şu halde Andromeda bulutsusu neydi?

1700'lü yıllar bitmeden önce bu konuda birbirinden tümüyle farklı iki açıklama ileri sürüldü.

Bunlardan ilki, Andromeda bulutsusu içinde görülebilir hiçbir yıldızın bulunmayışı onun, Samanyolu ve Magellan bulutları gibi; toz değil, tümüyle yıldızlardan meydana gelmiş olması ve bu yıldızların görülmeyecek kadar sönük olmaları şeklindedir.

Eğer böyleyse, varlıkları kanıtlanmadan kabul olunan bü yıldızlar aşırı derecede sönük olmalıdırlar. Çünkü, teleskoplar pek sönük yıldızlar arasına bile girerek Samanyolu ve Magellan sislerinin gizlerini çözmüş ama sıra Andromeda'ya gelince başarılı olamamışlardı. Günümüzün en iyi teleskoplarıyla bile Andromeda bulutsusu bir sis halinde kalıyordu.

Daha akılcı olan bir görüş ise şöyleydi: Andromeda bulutsusu o denli uzaktadır ki, teleskoplar onu oluşturan yıldızları gösterememektedir. Samanyolu ve Magellan bulutunun yıldızları bu denli uzakta olmadıkları için görülürler. Ve eğer Andromeda pek aşırı derecede uzaksa ve gene de çıplak gözle görülebiliyorsa, onun pek büyük bir yıldız kümesi olması gerekirdi.

Bu görüş, Alman düşünürü Immanuel Kant'(1724-1804)ındı.

1755 yılında düşünür, "Ada evrenler"in varlığından söz etmişti.

Sonunda, gökadaların varlığı anlaşılınca Kant'ın ada evrenler görüşünü (eğer varsalar) pek uzaktaki gökadalara uygulamanın doğru olacağı makul kabul edilmişti.

Kant'ın bu konudaki görüşleri zamanının ilerisindeydi. O günün gökbilimcileri görüşlerini gökadanın ötelerine kadar genişletmeye ve daha yetmiş beş yıl süre sonraya kadar diğer gökadaların varlığını hayal etmeye bile hazır değildiler. Daha az hayalci olan ve bu yüzden de daha çok kabul gören ikinci açıklamayı Fransız gökbilimcisi Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) ileri sürdü. 1798 yılında açıklamalarını yapan Laplace'a göre, Güneş

sistemi başlangıçta geniş, yaygın, dönen bir gaz ve toz bulutu halindeydi. Bulut yavaş yavaş yoğunlaştı ve bu işlem sırasında dı

şarı kendinden daha küçük gaz ve toz halkaları çıkardı. Bunlar-

la gezegenler oluştu. Bulut yoğunlaştıkça sonunda merkez bölgesi gezegenleri oluşturan tüm gaz ve toz bulutlarını ışıklandıracak ve aydınlatacak yeterli kızgın sıcaklığa kadar ısındı. Diğer bir deyişle bulutun dış bölgeleri gezegenleri oluştururken merkez bölgesi de Güneş oldu.

Büyük düşünür Immanuel Kant da, ada evrenleri anlattığı kitabında buna benzer bir varsayım ileri sürmüştü. Ancak, Laplace açıklamasını yaparken geniş ayrıntılara girmiş vë Andromeda bulutsusunun oluşum halindeki bir gezegen sistemine örnek gösterilebileceğini belirtmişti. Bu açıklamaya göre, Andromeda bulutsusu gerçekten toz ve gaz bulutuydu ama merkezinde yeni parıldamaya başlayan bir yıldız vardı. Bu yıldızın parlaması bulutsunun tümünü aydınlatabiliyordu ama henüz görünür bir durum kazanmamıştı.

Andromeda bulutsusunu bir örnek olarak alıp kullanışı nedeniyle Laplace'ın açıklaması "Bulutsu hipotezi" adıyla adlandırılır.

Laplace açıklamasında haklı olsaydı, tek bir gezegen sistemini oluşturan Andromeda bulutsusunun büyük olduğu ölçüde yakın olması ve gökadamızın bir bölümünü oluşturması gerekirdi.

1800'lü yıllar boyunca Laplace'ın bu görüşleri genelde tek kabul gören açıklama oldu. (Eğer varsa) sayıları pek az olan gökbilimci Kant'ın görüşüne inanıyordu.

Gene 1800'lü yıllar içinde Andromeda bulutsusu diğer bulutsular arasındaki benzersiz kabul edilen durumunu yitirmeye başlamıştı. Gökyüzü giderek daha iyi teleskoplarla incelendikçe, pek çok sayıda aydınlık ama içinde yıldız bulunmayan bulutsu saptanıyordu.

İrlandalı gökbilimci Üçüncü Rosse kontu William Parsons (1800-1867), dikkatini özellikle bu türden bulutsular üzerinde yo

ğunlaştırmış ve çalışmalarına yardımcı olmak üzere Dünya'nın **98**

en büyük teleskopunu yapmıştı. Ama, malikhanesinin bulunduğu yerdeki hava koşulları o denli kötüydü ki, teleskopuyla pek ender olarak gözlem yapabiliyordu. Gene de arada bir bulutsuları inceleme fırsatını yakalayabilmişti. Ve 1845 yılında bu tür bulutsulardan birçoğunun sarmal yapıda olduklarını, artlarındaki kara zemine göre minik ışık burgaçları oluşturmuş gibi göründüklerini fark etti.

Bu tür bulutsulardan en görülmeye değer örnek, Messier'in katalogunda elli birinci sırada yer alan " M 5 1 " idi. Bir fırıldağa benzeyen bulutsu, kısa sürede "Burgaç bulutsusu" diye anılmaya başlandı. Gökbilimciler artık "sarmal bulutsu"ları olağandışı gök cisimleri olarak görmemeye başlamışlardı.

Sarmal dal işareti vermeyen ve dış hatları eliptik olan bulutsulara da "eliptik bulutsu" adı verilir. Sarmal ve eliptik bulutsu türlerinin her ikisinin, şekli düzensiz ve görünüşü iplikçikler bi

çiminde olan Oriyon bulutsusundan tümüyle ayrı oldukları da fark edilmiş bulunuyordu.

1800'lü yılların ortalarına gelindiğinde gökyüzündeki cisimlerin en sönük olanlarının bile fotoğrafının çekilmesi olası duruma gelmişti. Bir teleskopa fotoğraf makinesi bağlanıyor ve Dünya'nın ekseni üzerinde dönüşünü etkisiz bırakacak biçimde fotoğraf makinesinin otomatik olarak hareket etmesi sağlanıyordu. Bu şekilde uzun poz süreli fotoğraflar çekilebiliyordu.

1880'li yıllarda Galli amatör gökbilimci Isaac Roberts (1829-1904), pek çok sayıda bulutsu fotoğrafı çekti. Yaptığı iş önemliydi çünkü, fotoğraf makinesi daha objektif biçimde bu cisimleri görebiliyor ve durumlarını saptayabiliyordu. Gökbilimciler, artık gözlemcilerin salt gördüklerini artistik yeteneklerine göre resme dökdükleri kuşkulu çizimlere bağlanmak zorunda kalmıyorlardı.

1888 yılında Roberts, Andromeda bulutsusunun sarmal yapıda olduğunu gösterecek resimler çekecek hale gelmişti. Bu da önemli bir olaydı; çünkü, o yıla değin Andromeda bulutsusu da-99

ha çok burgaç bulutsusu türünde imiş gibi görülüyordu oysa çekilen resimlerle sarmal yapı o denli açıklıkla ortaya çıkmıştı ki, Andromeda'yı burgaç bulutsu olarak görme olasılığı ortadan kalkmıştı artık.

Amatör, gökbilimci Roberts, yıldan yıla periyodik olarak bulutsuların resimleri çekilirse göreceli olarak çevrelerindeki yıldızlara göre ufak değişiklikler göstereceklerini ve bulutsuların da ölçülebilecek bir hızla dönmekte olduklarını ileri sürdü. Bu da su götürmez biçimde bulutsunun küçük bir gök cismi olması ve bu nedenle göreceli olarak yakınımızda bulunması gerektiğini gösteriyordu. Kant'ın ada evrenleri gibi çok uzaklarda olan herhangi bir gök cismi görülebildiğine göre o derili dev yapıda olacaktı ki, bir dönme durumu milyonlarca yıl sürecek ve herhangi bir makul inceleme süresi içinde ölçülebilecek boyutta bir görünüm değişmesi yakalanamayacaktı. 1899 yılında Roberts çektiği fotoğraflarda Andromeda bulutsusunda dönmeden dolayı meydana gelen gelmiş olan değişikliklerin

bulunduğu savını ileri sürdü. Bu savın doğru olduğu fotoğraflarda görülüyordu.

Gene 1899 yılında Andromeda bulutsusunun tayfı ilk kez alınabildi. Tayf, genelde yıldızlarınkine benziyordu. Ama, Oriyon bulutsusu gibi düzensiz toz ve gaz bulutlarının tayfı, yıldızların tayfından tümüyle farklıydı. Oriyon bulutsusunun tayfında farklı renklerde bir hayli ayrı ve parlak çizgiler bulunuyordu. Bunun anlamı, Oriyon bulutsusu ve benzerlerinin tayfı duyarlı renkleri gösterirken, Andromeda tipi bulutsularda tayfın beyaz kalması demek oluyordu. Ve bu nedenle bu türden bulutsulara bazen *beyaz bulutsular* adı veriliyordu.

Eğer Laplace, Andromeda bulutsusunun gelişmekte olan bir yıldız olduğu savını ileri sürerken bunda haklı olsa, Andromeda bulutsusundan alınan tayf da bir anlam ifade ederdi. Oysa, İngiliz gökbilimcisi William Huggins (1824-1910) yaptığı araştırmalar sonunda 1909 yılında Andromeda bulutsusunun bir gezegen **100**

sisteminin gelişmesinin son aşamalarım yaşamakta olduğunu öne sürdü.

Bu görüşe uymamak için hiçbir neden bulunmuyordu.

Ancak, on dokuzuncu yüzyılın sonuna doğru bir güçlük ortaya çıktı ve güçlüğün yenilmesi gerçekten zordu. Güçlük, novaları işin içine karıştırıyordu.

S Andromedae

20 Ağustos 1885 tarihinde Alman gökbilimcisi Ernst Hartwig (1851-1923), Andromeda bulutsusunun orta bölgelerinde bir yıldızın varlığını fark etti. Bulutsu ile ilintili olarak görülen ilk yıldız bu oluyordu.

Andromeda bulutsusunun gelişen bir gezegen sistemi olduğunu düşünen gökbilimcilerin bu sırada, Andromeda etkinliğinde tepe noktasına erişti diye düşünmüş olmaları olasıdır. Onlara göre,

bulutsunun orta noktası artık yalnızca parıldamıyor ama sonunda ateş alarak kanatları çıkıp uçmaya hazırlanan bir kuş gibi güneş haline dönüşüyordu. Eğer böyle olmuş olsa, yıldız sürekli parıldar durumda kalacak ve gökyüzünde sabit bir gök cismi olacaktı. Ama böyle olmadı.

Yıldız ağır ağır sönükleşti ve sonunda 1886 yılının mart ayında gözden kayboldu. Açıkça ve yanılgıya düşülmeksizin bu bir novaydı. Andromeda novası o tarihten bu yana "S Andromedae"

olarak adlandırılmaktadır. Biz de, burada aynı adı kullanacağız.

Ancak, bir novanın Andromeda bulutsusunun içinde ne işi vardı? Gelişmekte olan bir yıldız daha gerçek bir yıldız durumuna gelemeden nova olabilir miydi? Ve eğer bu olabilirse, nova sönüp gittiğinde Andromeda bulutsusu herhangi bir görülebilir de

ğişiklik kazanmaksızın eski halinde kalabilir.miydi?

Ayrıca bu novanın Andromeda bulutsusunun bir parçası olduğunu kim söyleyebilirdi? Aynı görüş hattı üzerinde görülmüş

ama yıldız bulutsunun çok daha ötelerinde yer almış ve bulutsudan hiç etkilenmemiş olabilirdi.

Andromeda bulutsusunun bir parçası olsun ya da olmasın S

Andromedae bir nova olmak üzere pek zayıf nedenlere sahipti.

O ana değin gökbilimciler pek az sayıda nova görmüş olsalar bile, S Andromedae novasının olağandışı sönük olduğunu ayırt edecek durumdaydılar. Nova, parlaklığının doruk noktasında yalnızca 7,2'inci kadire erişmiş ve hiçbir zaman çıplak gözle görülememişti. S Andromedae novası gökyüzünde görüldüğü zaman, herhalde hiçbir kişi evinin kapısında kalakalıp üç yüzyıl önce Tycho'nun düşündüğü şekilde "İnanılmaz! Bu yeni bir yıldız!"

diye düşünceye dalmamıştı.

Teleskoplarını kullanan birkaç gökbilimci dışında hiç kimse S Andromedae'yı görmemişti. Onların bile novayı Andromeda bulutsusunun hiçbir özellik taşımayan sisleri içinde kazayla gör-rnüş olmaları gerekir. Çünkü, S Andromedae hem sönük bir yıldızdı hem de daha önce hiç görülmemişti.

O günlerde çekilen fotoğraflarında Andromeda bulutsusunun içinde bir novanın parıldadığı görülmüş ama tayfı alınamamıştı. Sönük gök cisimlerinin tayfının alınması o günlerde kolay de

ğildi. S Andromedae'nın birdenbire parıldaması ve ağır ağır sö-

nükleşmesi bir novaya has özelliklerdi ancak burada sorulacak tek soru, yeni yıldız ama neden böylesine sönük? şeklinde olabilirdi.

Bu soru kişiye pek zorlayıcı gibi görünmeyebilir. Çünkü pek yalın bir şekilde novalar çok farklı parlaklıklarda görülmüşlerdir.

Parlaklıklarının doruğunda iken Tycho'nun novası gibi aşırı derecede parlak ya da John Russell Hind'in 1848 yılında saptadığı gibi en parlak halinde dördüncü kadirde soluk bir yeni yıldız olarak görünmüşlerdi. Andromeda novası tümünden daha az dikkati çekiyordu; o kadar!

O sıralarda novaların nedenleri ve doğası hakkında bir şey bilinmediğinden, onların ne denli parlak bir yıldız olarak ortaya **102**

çıkmalarının mümkün olacağı tartışılmaktaydı. İnanılmaz derecede parlak bir yıldız olarak ortaya çıkabilir, daha gösterişsiz bir parıldamayla görünebilir ya da pek sönük bir yıldız olarak çıplak gözle görülmeyecek halde ortaya çıkabilirlerdi. Ama, bunların hepsi de nova durumu olabilirdi.

Ve böylece S Andromedae olayı sona erdi. Bir nova daha ortaya çıkmış ve gözden kaybolmuş, fark edilmiş ve sonra unutulmuştu.

1901 yılma gelinceye kadar bu böyle oldu. 1901 yılında Perse novası göründü ve sıfır kadirden bir yıldız olarak kısa süre pa-rıldadı. Yıldızın parıldayan çevresini saran toz bulutuna doğru genişleyen bir ışık halkası bulunuyordu. Ve gökbilimciler bundan yararlanarak Perse novasının uzaklığını hesaplayabildiler.

Perse novası, Dünya'dan otuz parsek uzaklıktaydı.

Bir yıldız için gerçekte bu pek büyük bir uzaklık değildir. Olasılıkla bu uzaklıktan daha yakında olan binlerce ama daha uzakta olan milyarlarca yıldız bulunmaktadır. Perse novasının böylesine parlak görünmesinin nedeni Dünya'ya göreceli olarak yakın oluşu idi.

Şu halde tüm novalar aşağı yukarı aynı parlaklık düzeyine (ya da eşit salt kadire) erişiyor ama görünen parlaklıkları uzaklık farkı nedeniyle değişiyor olamaz mıydı?

Sözgelişi, S Andromedae novası Perse novasından çok daha uzaklarda olduğu için parlaklığı yalnızca 7,2'inci kadire kadar

yükselmişti. Her iki novanın doruk parlaklıklarında salt kadirleri aynı olsa, 500 parsek uzağımızda olan S Andromedae gene en parlak halinde bile sönük bir yıldız olarak görünecekti.

Eğer böyleyse ve S Andromedae de Andromeda bulutsusunun bir parçası ise, bulutsu da 500 parsek uzaklıkta olacaktı. Eğer S Andromedae, bulutsunun önündeyse, Andromeda bulutsusu 500 parsekten daha da uzakta ve belki çok çok uzaklarda olacaktı.

Eğer Andromedae bulutsusu 500 parsekten uzakta değilse bile, oluşum halindeki tek bir gezegen sistemi olamazdı. Çünkü, 500 parsek dolayındaki uzaklıkta oluşum halinde bulunan hiçbir gezegen sistemi uzayda bir bulutsu gibi büyük olarak görü-

nemezdi.

Gökbilimciler, Perse novası ile S Andromedae'nın aynı doruk salt kadire sahip olmaları varsayımına dayanan böyle bir fikir yürütme şeklini benimsemeye karşı çıktılar. Her iki novanın farklı kadirlerde olduklarını ve S Andromedae'nın yalnızca sönük de

ğil ama *pek fazla sönük* görüldüğünü kabul etmek onlara daha kolay bir yol olarak görünüyordu. S Andromedae gökbilimsel uzaklıklar yönünden oldukça yakında, sözgelişi 500 parsekten daha yakınımızda, aynı şekilde Andromeda bulutsusu da kestirilen uzaklıktan daha yakında bulunabilirdi.

Ve bu durumda da, Andromeda bulutsusu gene oluşum işlemi içinde bulunan bir gezegen sistemi olabilirdi.

Andromeda Gökadası

Amerikalı bir gökbilimci olan Heber Doust Curtis (1872-1942) bu kolay çıkış yolunu benimsemeye karşı çıktı. Curtis şöyle dü

şünüyordu: S Andromedae'nın çok uzaklarda olduğunu ve Andromeda bulutsusunu ise çok daha fazla uzaklarda olduğunu varsayalım. Andromeda bulutsusu bu denli uzakta ise, bir buçuk yüzyıl önce Immanuel Kant'ın ileri sürdüğü görüş doğru; yani, Andromeda bulutsusu bizim gökadamız dışında bağımsız bir gökada olabilir miydi?

Eğer öyleyse, Andromeda bulutsusu çok fazla sayıda pek pek sönük yıldızlardan oluşmalıydı. Bunlar arasında arada bir novalar parıldıyordu. O yıllarda elde bulunan en iyi teleskoplar bu yıldızları gösteremeseler bile, böyle parıldayan novaların aynen **104**

S Andromedae'nın görülüşü gibi görülür hale gelmesi akla uygundu.

1917 yılından başlayarak gökbilimci Curtis, Andromeda bulutsusu içinde düzinelerce nova olayı keşfetti. Bunların birer nova oldukları su götürmezdi. Çünkü biri parıldamaya başlıyor ve ağır ağır sönükleşiyor sonra bir diğeri aynı işlemi başlatıyordu.

Bu novalar iki önemli gerçeği vurgulamaktaydılar. Burada görülen novalar çok kalabalık sayıda oluşuyordu. Gökyüzünün başka hiçbir kesiminde böyle dikkati çeker kalabalık sayıda çok nova görülmüyordu.

Olayın anlamı, artlarında bir bulutsu ayrı olarak yer alırken göğün o yönündeki yıldızlar arasında bu denli çok nova görülmemesi gerekir şeklindeydi. Eğer görünüyorsalar neden *yalnızca* tek bir yönde bu denli çok nova görünüyordu? Bunun nedeni ne olabilirdi? Benzersiz derecede çok novanın ve Andromeda bulutsusunun aynı yönde görünmesi bir rastlantı mıydı yoksa apa

çık bir ilintiyi mi gösteriyordu? Curtis, novaların Andromeda bulutsusu içinde meydana geldiklerini düşünürken kendisini tümüyle güvencede duyumsuyordu.

Pekiyi, neden bu denli çok nova oluşuyordu? Eğer Andromeda bulutsusu bir ada evren ve bağımsız bir gökada ise, onun da içinde bizim gökadamız gibi pek çok yıldız bulunmalıydı. Bu yüzden bize küçük bir ışık lekesi gibi görünmesine karşın, bu gökadanın sınırları içinde göğü dolduran yıldızlarda birçok nova olayı gerçekleşebilirdi.

Gerçekte Andromeda bulutsusu içinde bizim gökadamıza göre *daha çok* nova görülmektedir. Gökbilimci Curtis, Andromeda bulutsusunun içinde kara lekelerin varlığına dikkat etti ve bulutsu eğer bir gökada

ise içinde, ardındaki yıldızları örten kara bulutsular, gaz ve toz bulutları bulunması gerektiğini düşündü.

Aynı olay bizim gökadamızda da olabilirdi. Samanyolu'ndaki küçük kara lekelere ek olarak haklarında hiçbir şey bilmedi-105

ğimiz (ve bazılarını zamanla keşfedebileceğimiz) daha büyük kara lekeler var olabilir ve bunlar Samanyolu'nun bazı sık yıldızlı bölgelerini görmemizi olanaksız duruma sokabilirlerdi. Böyle gizli kalmış (ve kuşkusuz görebildiğimiz yıldızlardan çok daha büyük sayıdaki) yıldız kalabalığında her yıl toz perdesinin ardına gizlenen pek çok nova oluşabilirdi. Andromeda bulutsusuna gelince, bizim yanda kalan avantajlı gözlem yerimizden toz bulutları arasında gizlenmiş parıldayan novaları görmemiz olası hale girebilirdi.

Ve gerçekten, Andromeda bulutsusu içinde göğün geri kalan bölümlerine oranla çok daha fazla nova olayı meydana geliyordu.

Andromeda bulutsusu ile ilintili ikinci ilginç gerçek bu novaların pek sönük çapta gerçekleşmeleriydi. Bunlar parlaklıklarının doruk noktasındayken bile en güçlü teleskoplarla güçlükle görülebilmekteydiler.

Eğer bunlar sözgelişi Perse novası gibi sıradan novalardan iseler, çok çok uzaklarda oldukları için aşırı derecede sönük **olmar** lan gerekirdi. Bu da, Andromeda bulutsusunun bağımsız bir gökada oluşu fikrini güçlendiriyordu.

Bu düşünceleri yürüten Curtis, adı evrenleri fikrini savunan gökbilimcilerin önde gelen sözcüsü durumuna geldi.

Ama, fikirlerini tek başına kabul ettiremedi. Andromada bulutsusu yakınımızdaki bir gök cismi olmadığından özellikle yeni kanıtlar bulmanın güçlüğüyle bu fikirler benimsenmesi güç kavramlar olarak kalıyordu. Hollandalı ve sonra Amerikalı olan gökbilimci Adriaan vah Maanen (1884-1946), özellikle sarmal bulutsuları içermek üzere gök cisimlerinin küçük devinimlerini ölçmekle ilgileniyordu. Galli amatör

gökbilimci Isaac Roberts'in Andromeda bulutsusuyle ilgili ilk gözlemlerinde onunla işbirli

ği yapmış ve birlikte bulutsunun ölçülebilecek bir dönüşü oldu

ğunu ortaya koymuşlardı. Gerçekte Maanen yalnız Andromeda

bulutsusu değil, diğer sarmal bulutsuların da ölçülebilecek dönüşleri olduğunu bildirmişti.

Günümüzde Maanen'in yaptığı ölçümlemelerin bazı nedenlerle doğru olmadıklarını biliyoruz. Eğer elimizdeki aygıtların saptama özelliklerinde hatalar varsa ya da kişi Maanen gibi böyle gök cisimlerinin dönüşlerine ilişkin *katı görüşler* sahibi ise, bunların gözlemlerde etkileri olmuş ve yanlış sonuçlar elde edilmişti.

Gene de Maanen bu konuda pek iyi bir ün yaptı ve genellikle insanlar ona inanmaya eğilim duyduklarından ünü hak etti. Ve eğer Andromeda bulutsusu görülebilir bir devinim gösteriyorsa, içinde oluşan kuşkulu novalara da inanmak gerekiyordu.

Bu tartışmaya katılanlardan biri de Amerikalı gökbilimci olan Harlow Shapley (1885-1972) idi. O sıralarda Shapley, sefeit de

ğişkenlerini gök cisimlerinin uzaklıklarını ölçme yolu olarak kullanmaktaydı. (Sefeit değişkenleri, Güneş'ten büyük, yüzlerce kat parlak olan ve şişip kasılarak ışık veren yıldızlardır-Çeviren). Bu tekniği geliştiren gökbilimci ise, gene bir Amerikalı olan Henrietta Swan Leavitt (1868-1921)'di. Bu yöntemle Shapley gökadamızın merkezinin güneş sisteminden uzakta olduğunu ve biz Dünyalıların da gökadanın çevresine yakın bir yerde olduğumuzu göstermişti. Harold Shapley kendisinden önce bu konuda çalışmalar yapanların buldukları sonuçların gerçekten küçük kaldıklarını saptayarak gökadamızın şimdi doğruluğuna inandığımız boyutlarını ilk kez hesaplayabilen gökbilimci oldu. Gerçekte Shapley'in kestirilen de başlangıçta olduğundan yüksek tutulmuştu.

Ve Magellan bulutlarının uzaklığını ilk kez hesaplayan gene Shapley oldu.

Öyle görülüyor ki Shapley gökadadaki uzaklıkları büyütmüş, yeni ve benzeri düşünülmemiş boyutlara doğru götürmüştü. Şimdi daha da uzaktaki diğer gök cisimlerini düşünüp hayal etmenin çağı gelmişti. Shapley, diğer bir gökbilimci olan van Maanen'in yakın arkadaşıydı. Ve arkadaşının daha önce bulduğu so-107

nuçlan benimsemiş bulunuyordu. Shapley zamanla küçük evren kavramını savunanların sözcüsü durumuna geldi. Ona göre gökada ve Magellan bulutları ayrı ayrı yapılardı ve beyaz bulutsular bu yapıların birer bölümünü oluşturmaktaydılar.

26 Nisan 1920 günü Curtis ve Shapley Ulusal Bilim Akademisi'nde konuya ilgi duyanlara çok iyi duyurulmuş bir toplantıda ve kalabalık bir izleyici grubu karşısında tartıştılar. Kuşkusuz bu iki tartışmacıdan daha ünlü olam ve çoğunluğun fikirlerini temsil edeni Shapley idi. Oysa, Curtis beklenmedik şekilde etkili bir konuşmacı olarak göze çarparken ileri sürdüğü sönük ve parlak nova örnekleri tartışma boyunca ona güçlü bir zemin kazandırıyordu.

Objektif olarak düşünüldüğünde tartışma beraberlikle bitmiş

ama Curtis'in kendisi üzerine çektiği ilgi şaşırtıcı bir moral za-feri oluşturmuştu. Sonuçta bu konuda türlü fikirler meydana geldikçe (özellikle olayın önemi sonraları daha iyi anlaşıldıkça) Curtis'in tartışmayı kazanmış olduğu kanısı benimsendi.

Gerçekte tartışma sorunu çözmemiş ama çok sayıda gökbilimcinin dikkatini ada evren görüşüne çevirmesine neden olmuştu. Bu konuda şimdi gereksinim duyulan o güne değin elde edilmiş olanlara ek yeni kanıtlardı.

Bu kanıtları sağlayan 2,5 metrelik aynası olan yeni dev teleskopuyla o ana dek Dünya'dan en uzak olan yerleri görme olanağı sağlayan Amerikalı gökbilimci Edwin Powell Hubble (1889-1953) oldu. Bu

teleskopu 1919 yılında kullanmaya başlayan Hubble, 1922'de Andromeda bulutsusu ile benzeri gök cisimlerinin uzun poz süreli (1/2 saniye gibi) fotoğrafını çekmede teleskopundan yararlanmıştı.

5 Ekim 1923 tarihinde Hubble çektiği bu tür fotoğraflardan birinde Andromeda bulutsusunun çevresine yakın yerde bir yıldızın varlığını saptadı. Yıldız bir novaydı. Oysa, gün gün çekilen resimleriyle yıldızın bir sefeit değişkeni olduğu ortaya çıktı. 1924

yılının sonuna gelindiğinde Hubble, Andromeda bulutsusu içinde on ikisi sefeit değişkeni olmak üzere otuz altı pek sönük yıldızı saptamış durumdaydı. Aynı zamanda Curtis'in daha önce saptadıklarına çok benzeyen altmış üç novayı daha Andromeda bulutsusu içinde saptamış bulunuyordu.

Bütün bu yıldızlar aynı yönde yer almış bulunmalarına karşın Andromeda bulutsusundan bağımsız olabilirler miydi? Curtis gibi Hubble da bu soruya, "Hayır!" diyor ve pek çok sefeit değişkeninin yalın şekilde Andromeda bulutsusu ile aynı yönde yayılmış olmaları rastlantısını kabul etmiyordu. Çünkü, göğün başka hiçbir bölgesinde bu denli çok sayıda sefeit değişkeni bulunmuyordu.

Hubble kendisinden önceki gökbilimcilerin başarılı olamadıkları Andromeda bulutsusunu meydana getiren yıldızlan saptama etkenliğinde başarı kazandığını duyumsuyordu. Çok üstün nitelikte bir teleskopa sahip olduğu için yarışta diğer gökbilimcilere üstün gelmişti.

Artık kimse Hubble'm görüşlerini yadsımıyordu. Andromeda bulutsusunun yıldızlardan meydana gelmiş olduğu bir kez anlaşılınca (bunlardan pek azı parlaktı ama bu kadar yıldız da yeterliydi) artık yeni bir gezegen sistemini oluşturma aşamasını ge

çirmekte olduğu yolundaki görüş tümüyle tarihe karışıyordu.

Dahası, Hubble bir kez Andromeda bulutsusu içinde Sefeit yıldızlarının varlığım keşfedince Leavitt-Shapley yöntemini kullanarak bunların uzaklıklarını hesaplayabilirdi. Bulduğu sayılar, Magellan bulutlarının yaklaşık beş katı olmak üzere Andromeda bulutsusunun 230.000 parsek uzağımızda olduğunu gösteriyordu. Belli ki, Andromeda bulutsusu gökadamızdan oldukça uzaktaydı ve kendisi başlıbaşına bir gökadayı oluşturuyordu.

Bir süre çeşitli beyaz bulutsular *ekstra-gökada bulutsuları* olarak adlandınldı ama sonunda buradaki bulutsu sözcüğü tümüyle uygun görülmeyerek kullanılmaz oldu. Bu tür gök cisimleri ya-109

1ın bir şekilde *gökada* olarak anılmaya başlandılar ve Andromeda bulutsusunun adı da "Andromeda gökadası" oldu; o günlerden beri de böyle anıldı. Aynı şekilde Sarmal bulutsusuna da

"Sarmal gökada" denildi.

Küçük evren görüşünün tabutuna son çiviyi çakmak üzere çekici eline alan Hubble 1935 yılında, van Maanen'in gözlemledi

ği gökadaların ölçülebilen dönüş hızlarının aslında dev sayılara ulaştığını ortaya koydu.

Görünüşleri Andromeda'dan daha küçük ve daha az parlak olan diğer beyaz bulutsular da gökadalardı ve genelde Andromeda gökadasından daha uzakta; bazıları ise, çok çok uzaklarda idi. Şimdi evrenin büyük sayıda gökadaların bir araya gelmesiyle oluştuğu, Samanyplu'muzun da bu gökadalardan biri olduğu anlaşılmış bulunuyordu.

Doğrusunu söylemek gerekirse, Hubble'm Andromeda gökadasının (ve dolayısıyla diğer gökadaların) uzaklığıyla ilgili kestirilen gerçek sayılardan alçak tutulmuştu. 1942 yılında, Alman sonra Amerikalı olan gökbilimci Walter Baade (1893-1960), evrensel uzaklıkları hesaplamada ayrı yöntemlerle kullanılmak üzere iki tür sefeit değişkeni olduğunu gösterdi. Bunlardan doğru olan türünden yararlanan Shapley, gökadamızın ve Magellan bulutlarının boyutlarını doğru biçimde hesaplamıştı.

Oysa Hubble, Andromeda gökadasımn uzaklığını hesaplarken bilmeden öbür türden sefeitleri kullanmış ve kullandığı yöntemle hesaplamaları hatalı olmuştu. Sonuçlar düzeltildiğinde Andromeda gökadasının, Magellan bulutlarının uzaklığının on dört katı olmak üzere, 700.00Q parsek uzağımızda olduğu sezinleniyordu.

Üstnovalar

Her çözüm yeni bilmeceler üretir. Gökbilimciler bir kez Andromeda denilen sisli lekenin pek uzağımızdaki bir gökada oldu-110

ğunda fikir birliğine varınca, 1885 yılında göründüğünde akıllarda pek az soru uyandıran S Andromedae'yi bir kez daha anımsamak gereği ortaya çıktı.

S Andromedae'nin Perse novası kadar parlak olabilmesi ya da başka deyişle parlaklığının doruk noktasındayken Vinci "kadirde parlaklıkta olması için yaklaşık 500 parsek uzaklıkta olması gerektiğini yukarda tartışmıştık. Oysa, Andromeda gökadası doğru bildiğimizden de daha uzakta ise durum ne olacaktı?

Eğer Andromeda gökadası Hubble'ın ilk kestirisi olan 230.000

parsek uzaklıkta olsa, böyle bir uzaklıkta Perse novası gibi yedinci kadirden bir parlaklığa erişmek için S Andromedae'nin Perse novasından 200.000 katı parlaklıkta olması gerekirdi. Gerçekten Andromeda gökadası 700.000 parsek uzaklıkta olduğuna göre S Andromedae'nin, Perse novasının parlaklığının doruk noktasından yaklaşık iki milyon kez, bizim Güneş'imizden ise yirmi milyar kez daha parlak olması gerekiyordu.

Şimdi bildiklerimize göre, Andromeda gökadası bizim gökadamızın kütlesinin yaklaşık iki katı kütleye sahiptir. Ya da, o gökada bizim Güneş'imize benzeyen 200 milyar yıldızdan oluşmaktadır. Andromeda gökadasının ışıklı oluşu belki de Güneş'imize benzer 100 milyar yıldız tarafından sağlanmaktadır. (Ancak, buradaki çoğu yıldızın parlaklığının Bizim Güneş'imizinkinden daha az olduğu varsayılmaktadır). Eğer S Andromedae parlaklığının doruk noktasında Güneş'imizden yirmi milyar kez parlak-sa, bu yıldızın yer aldığı tüm dev gökadanın beşte biri kadar parlaklıkta olması gerekirdi.

Eğer böyleyse, S Andromedae herhangi sıradan bir nova gibi düşünülemezdi. Bu nova parıldadığında sıradan bir novanın bir milyon ve belki de iki milyon katı kadar ışık saçmıştı.

Ancak, pek çok gökbilimci bunları benimsenmesi güç bir bilgi saydı. Büyük evren görüşünün karşıtı olan bazı tutucu kişiler, Andromeda gökadasının uzak bir gökada olamayacağını; çün-111

kü, uzak bir gökadada olsa S Andromedae'nın bu denli parlak görünmesinin olanaksızlaşacağını savunuyorlardı.

Daha az savaşımı seven tutucular ise, Curtis ve Hubble tarafından saptanmış sönük novaların gerçekten Andromeda gökadası içinde olduğunu, oysa S Andromedae'nın orada bulunmadığını ileri sürüyorlardı. Böyle kişiler S Andromedae'nın, Andromeda gökadasının uzaklığının binde biri uzaklıkta olduğunu söylüyorlardı. Hele gökadanın uzaklığı 500 parsek olarak hesaplanınca daha yakın konumdaki bir novanın, gökadanın içinde oluşanlardan daha çok parlak görüleceğini görüşlerine eklemişlerdi. Onlara göre S Andromedae, yalnızca Andromeda gökadası yönündeydi ve novanın yalnızca böylesine parlak oluşu rastlantı olasılığını tartışılabilir duruma sokmamalıydı.

Ama Hubble, bü görüşlerin hiçbirisini benimsemedi. Ünlü gökbilimci; S Andromedae'nın, Andromeda gökadasının bir parçasını oluşturduğuna ve olağandışı parlak bir nova olduğuna kesinlikle inanıyordu.

Pekiyi, bu konuda bir karara nasıl varılabilirdi?

İsviçreli gökbilimci Fritz Zwicky (1898-1974), bu konuda şöylece fikir yürüttü: S Andromedae'nın gerçekten olağandışı parlak bir nova olduğunu varsayalım. Böyle bir olay, olasılıkla pek ender gerçekleşir. Çünkü, insanlığın ortak deneyimi, bir olayın aşırı olağandışı derecede gerçekleşmesinin pek ender görüleceği yolundadır. Bu nedenle Andromeda gökadası içinde, S Andromedae gibi parlak bir novanın daha gerçekleşmesini beklemek yalnızca zaman

savurganlığıdır. Ancak, pek çok gökadanın var olduğu bilinmektedir ve bu yüzden *onlardan birinin içinde* ola

ğandışı parlak bir novanın gerçekleşmesi ender görülen bir olay olmamalıdır. Dahası, böyle olağandışı parlak bir nova, parçası olduğu gökadanın tüm parlaklığına yakın derecede ışıklı olaca

ğından onun görülmesi bir sorun oluşturmayacaktır. Bir göka-112

da ne denli uzak olursa olsun görülüyorsa, içinde S Andromedae tipindeki bir nova da görülebilir.

Doğrusunu söylemek gerekirse, S Andromedae'nin ilk görü-

lüşünden beri Andromeda gökadası içinde, yakınında ya da gökada diye bilinen diğer gök cisimlerinde yirmi bir kadar nova dajıa görülmüştü. Bunlar her zaman çıplak gözle görülemeyecek kadar sönük novalardı; (çünkü, çok uzak gökadaların içinde yer almış bulunuyorlardı) ve sonuç olarak iyice incelençme-mişlerdi. Gökbilimci Zwicky'e göre bu novalar kendisinin araması gereken şeyin ne olduğunu gösteriyordu.

1934 yılında (biz bu kitabı yazmaya başlamadan yalnızca elli yıl önce), Fritz Zwicky ilk kez kendisinin adlandırdığı *üstnovaları* (ya da supernova lan) sistematik bir şekilde aramaya başladı. Dikkatini, Başak takımyıldızı içinde bulunan büyük gökada kümeleri üzerinde yoğunlaştırmıştı. 1938 yılına gelindiğinde buradaki gökadalardan biri ya da öbüründe on ikiden az olmamak üzere üstnovanın yerini saptamış bulunuyordu. Bu üstnovalardan her biri parlaklıklarının doruk noktasındayken hemen hemen içinde bulundukları gökadanın parlaklığı kadar parıldıyordu. Gene bu üstnovalardan her birisi, bizim Güneş'imizin milyarlarca katı kadar parlaklıktaydı.

Bu on iki gök cisminin tümü yanıltıcı olabilirler miydi? Bunlardan tümü Başak takımyıldızı içindeki yıldız kümeleri arasından görülen gökadaların yönünde, ama onlardan daha yakın konumda olabilirler miydi? Bu denli çok rastlantının varlığı mantık ve olasılık aritmetiği

yönünden olanaksızdı. Gökbilimciler bu nedenle novaların gökadaların içinde bulunduklarını, çevrelerinin gökadadaki gök cisimleriyle kuşatılmış olduğunu ve bunların her birinin üstnova olduklarını kabul etmeye başladılar.

İzleyen yıllarda, kısa süre içinde Zwicky ve diğer gökbilimciler tarafından pek çok üstnova saptanıldı. Şu ana değin, çeşitli **Patlayan Güneşler — F.8**

gökadalar içinde 400 dolayında üstnova saptanmış bulunmaktadır.

Yapılan gözlemler sonucu elde edilen sayılara göre, her belli gökada içinde ortalama elli yılda, bir üstnovanın gerçekleştiğini kabul etmek mantıklı düşünüş şekli olur. Bu duruma göre her 1.250 novada bir üstnova görülmektedir.

Günümüzde 300 milyon parseklik bir uzay bölümü içinde 100

milyon dolayında gökadanın bulunduğu kestirilmektedir. Şu anda elimizde var olan teleskoplarla bu üstnovaların görülmesi mümkün olabilmektedir. Eğer her gökadada elli yılda bir üstnova görülürse bunun anlamı, şu ya da bu görülebilir gökadaların tümünün içinde her on beş saniyede bir üstnova patlaması oluşuyor demektir!

Ne yazıktır, biz bunların tümünü göremiyoruz. Üstnova patlamalarından bazısı kendi gökadaları içindeki toz bulutlarıyla örtülüyor ya da üstnova patlaması ile aramızdaki başka yıldızları üst üste görülüyor ve bu yıldızlar üstnovaları örtüyor olabilirler. Ayrıca, kuşkusuz görünen yüz milyon gökada üzerinde herhangi bir anda sürekli gözlem yapacak sayıda gökbilimciye sahip değiliz.

Bütün bunlara karşın, son elli yılda diğer gökadalar içinde 400

üstnova saptanmıştır. Bu da, 6 1/2 haftada bir üstnova gerçekleşmesini temsil eder.

Üstnovalar şaşırtıcı derecede patlayıcı oluşlarıyla belli ki inanılmaz nitelikte gök cisimleridir. Bizim Güneş'imizin de bir üstnova haline gelmesi mümkün olsaydı, bu durumda Güneş parlaklığının doruk noktasına ulaştığı zaman Güneş sistemi içindeki tüm gezegenler buharlaşırdı.-

Bizden yalnızca 1,3 parsek uzaklıktaki Alfa Erboğa yıldızı üstnova haline gelse, en parlak durumunda gündüzümüzü ve gecemizi ışıldatır, dolunayın 15.500 katı ya da Güneş'in otuzda biri kadar parlaklıkta olurdu.

İşte bu yüzden gökbilimcilerin üstnova gibi gök cisimlerini tüm ayrıntılarıyla incelemelerinin nedenleri insana akılcı gelir. Ancak, 700.000 parsek gibi korkunç uzaklıkta bulunan gökadalardaki üstnovaları yıldız gözlemcilerini incelemek zorunda kalmaları gene de çok şaşırtıcıdır.

Aklı başında olan hiçbir kişinin bir üstnovanın patlamasını istememesine karşın, Dünya'mıza oldukça yakın bir uzaklıkta sözgelişi Samanyolu'nun içinde ve 700.000 parsek değil yalnızca 700 parsek uzağımızda bir üstnovanın patlamaya hazırlandığını düşünmek akıldışı bir olayı beklemek olmayacaktır.

Ve belki bir gökada içinde elli yıl kadar bir süre içinde bir üstnovanın patlamakta olduğu düşünülürse, son bin yıl içinde kuşkusuz bazı üstnova olaylarının gerçekleşmiş olması gerekmektedir.

Gerçekten de öyle olmuştur! Son bin yıllık süre içinde, şu ana değin edindiğimiz bilgilerin ışığında tanımlayabileceğimiz şekilde Samanyolu gökadamız içinde en az dört kuşkulu olmayan üstnova görülmüştür.

Bunlardan ilki 1006 yılında Kurt takımyıldızı içinde dolunayın onda biri kadar parlaklıkta görünmüştür ki, insanın Dünya üzerinde geçirdiği tüm süreler boyunca görünmüş en parlak nova bu olabilirdi. Daha sonra 1054 yılında Boğa takımyıldızı içinde görülen nova, 1572 yılında Tycho tarafından incelenmiş nova ile 1604 yılında Kepler tarafından incelenmiş novalar üstnova tanımlamasına uygundurlar.

Bin yıl içinde yalnızca dört üstnovanın oluşması mı gerekirdi? Bu konuda ortalama süre elli yıl olduğuna göre görülen üstnovaların

sayısının yirmi olması gerekmez miydi?

Kuşkusuz, üstnovaları görmemize engel olan en büyük güçlük tüm gökadayı göremeyip yalnızca bize en yakın bölümünü görebilmemizden kaynaklanmaktadır. Gökyüzünün *görülebilir* bölümünde üstnovaların görülme ortalamasını 250 yıl olarak kabul edebiliriz. Sözgelişi, daha sonra yeniden değineceğimiz gibi, **115**

1670 yılında bir üstnovanın görülmüş olması gerekirdi. Ama bu novayı kimse saptayamadı. Kuşkusuz, o yılda görülecek olan bu nova yıldızlar tarafından örtülmüş olmalıydı.

Son üstnovadan bu yana geçen süre kötü bir zaman fasılası-

dır. Son bin yıl içinde Samanyolu gökadamızda yalnızca dört üstnova görülmüşse neden bu dördüncüsü 1604 yılında görülmüştür? Üstelik, teleskop bu tarihten beş yıl sonra icat olunmuştu.

1604 yılından bu yana gerçekleşen son üstnova 700.000 parsek uzağımızdaki S Andromedae'dır. Teleskopla görülmüş, fotoğrafı çekilmiş ama tayfı incelenememiştir. Ve son yüz yıl içinde böyle bir olay yinelenmemiştir.

Çok yazık!

5

DAHA KÜÇÜK CÜCELER

Yengeç Bulutsusu

Bir üstnova o denli büyük patlamayla patlar ki, geriye hiçbir iz bırakmayacağı fikrine inanmak güçleşir. Kısa bir süre için bulunduğu tüm gökadanın bütün ışıklılığı kadar parıldayan bir yıldız geriye küllerini bırakmış olmalıdır. Ve gerçekten böyle bir yıldız, küllerini geriye bırakır.

Üstnovaların varlığının anlaşıldığı çok eski bir tarih olmayan 1930Tu yıllardan beri, insan bu küllerin de fark edilmiş olduklarını umar. Oysa, küller ne oldukları bilinmeden çok daha önceleri fark edilmiştir.

Sözgelişi, 1731 yılında İngiliz gökbilimcisi John Bevis (1693-1771), Boğa takımyıldızı içinde küçük ve donuk bir lekenin varlığını saptayıp bildirmişti.

Kuyrukluyıldızları incelemeye pek meraklı olan gökbilimci Charles Messier de bu lekenin varlığını fark etmiş, diğer kuy-117

rukluyıldız avcılarının dikkatsizlikle bu lekeyi bir kuyrukluyıldız sanmalarını önlemek için hazırladığı katalog içine koymuştu. Gerçekte Boğa takımyıldızı içindeki donuk lekeyi listesinin en başına koyduğu için bu gök cismi bazen " M İ " adıyla anılır.

Ml'i ilk kez 1844 yılında inceleyen Lord Rosse olmuştur. Soylu Rosse, pek çok uzak gökadanın sarmal yapıda olduğunu dev teleskopuyla incelemişti. Lorda göre, Mİ yalnızca donuk görünüşlü bir kütle değildi. Dev teleskopu, gökbilimciye açık bir şekilde bir gaz çalkantısı ya da pek şiddetli patlamanın kalıntısı diye yorumlanabilecek bir kütleyi gösteriyordu. Gaz kütlesinin içinde birtakım ışık lifleri bulunuyordu ve Rosse'a göre bunlar bir yengecin ayaklarına benziyordu. Bu nedenle Rosse, Mİ'e

"Yengeç bulutsusu" adını verdi ve gök cismi o günden beri aynı adla adlandırıldı.

Yengeç bulutsusu oldukça yoğun şekilde dikkatleri üzerine çekmişti çünkü gökyüzünde tümüyle ona benzeyen bir şey bulunmuyordu. Hiçbir gök cismi bu denli belirgin şekilde bir patlama hazırlığının

gelişmesini göstermemekteydi. Bu yüzden Yengeç bulutsusunun sürekli olarak fotoğrafları çekilmeye başladı. Böylece, yıllar geçtikçe çekilen fotoğraflar birbirleriyle kıyaslanabilecekti.

Yengeç bulutsusunun fotoğraflarını kıyaslayan ilk gökbilimci Amerikalı John Charles Duncan (1882-1967) oldu. 1921 yılında bulutsunun fotoğraflarını çekip 1909 yılında aynı teleskopla Yengeç bulutsusunun resimlerini çekmiş olan gene Amerikalı gökbilimci George Willis Ritchley'in (1864-1945) fotoğraflarıyla dikkatle kıyasladı. Duncan'a göre, Yengeç bulutsusu Ritchley'in fotoğrafları çektiği zamana oranla az da olsa büyümüştü.

Eğer böyleyse, Yengeç bulutsusu bir novanın kalıntısı olabilirdi. Toz ve gaz bulutunun büyüklüğü de novanın oldukça büyük olduğunu düşündürüyordu. 1938 yılında Duncan'ın çektiği yeni fotoğrafları durumu yanılgıya düşülmeyecek biçimde doğruluyorlardı.

118

Yengeç bulutsusunun genişlemekte olduğu ilk kez 1921'de bildirildiğinde Hubble (anımsamayacağınız gibi bu gökbilimci Andromeda gökadasının yıldızlardan oluştuğunu kanıtlamıştı) hemen Yengeç bulutsusunun Boğa takımyıldızı içinde yer alışıyla Çinli gökbilimcilerin "konuk yıldızlar"ını birlikte düşündü. Buradan Boğa takımyıldızının içinde 1054 yılında görülen parlak novanın kalıntısı olduğu ve şimdi de genişlemekte olan bir bulutsu şeklinde bulunduğu sonucunu çıkardı.

Hubble'ın düşüncesi doğru olabilirdi. Ancak gerçek nasıl kanıtlanacaktı?

Yengeç bulutsusunun gözlemlenen genişleme hızıyla kişi yıldızın minik bir ışık noktası durumundan dev bir gaz ve toz bulutu şekline girdiği zamana kadar geçen süreyi hesaplayabilirdi.

Bu da, gökbilimcilere Yengeç bulutsusunun şimdi bulunduğu yerde bulunan bir yıldızın patlayışından şu ana değin ne kadar süre geçmiş olduğunu gösterecekti. Sonuçta nova olarak patlamasından bu yana 900 yıllık bir süre geçmiş olduğu ortaya çıktı.

Bu durumda patlamanın aşağı yukarı 1054 yılında ve Boğa takımyıldızı içinde parlak bir yıldızın görüldüğü yıllarda oldu

ğu ortaya çıkıyordu. Böyle bir saptamanın yapılışından beri gökbilimciler evrensel olarak Yengeç bulutsusu ile 1054 yılında görülen novanın kimliğini eş olarak benimsemişlerdir.

Yengeç bulutsusunun görünür genişleme hızını, incelenmiş olan tayfındaki koyu renkli çizgilerin yer değiştirmesinin gerçek hızına çevirmek de mümkündür. Buradan elde edilen sayılar, bulutsunun saniyedeki genişleme hızının yaklaşık T300 kilometre (800

mil) olduğu sonucunu vermektedir. Yengeç bulutsusunun fotoğraflarından saptanan genişleme hızıyla bulutsunun Dünya'dan ne kadar uzakta olduğu kolayca hesaplanabilir. Buradan çıkan sonuçlara göre, Yengeç bulutsusunun bizden 2.000 parsek dolayında uzaklıkta olduğu anlaşılmaktadır.

Uzaklığı böylece bilinince Yengeç bulutsusunun görünür genişliği de hesaplanabilir. Yapılan bu hesaplama sonucu bulutşu-119

nun çapının dört parsek kadar olduğu ve sürekli genişlemekte bulunduğu anlaşılmıştır.

1054 yılında gözlemlenen novanın parlaklığı saptanmıştı. Novanın gerçek uzaklığının da şimdi hesaplanmış olması salt kadirinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Novanın, salt kadiri hesaplamakta temel alman 10 parsek uzaklıkta olduğu düşünülürse parlaklığının doruk noktasında —18 salt kadirde olacağı sonucu ortaya çıkar. İşte bu doruk noktasında yıldız patlaması Güneş'imizin parlaklığının 1,6 milyar katı dolayında ya da tüm Samanyolu, gökadasının bir noktaya toplandığı varsayılsa toplam parlaklığının altıda biri kadar olacaktı. Şu halde 1054 yılındaki nova, tartışmasız bir üstnovadır.

Yengeç bulutsusu, 2.000 parsek uzağımızda olduğundan toz ve gazı içeren gerçek bir bulutsu olması gerekir. Ve pek uzaktaki yıldızlardan oluştuğu anlaşılmış bulunan Andromeda bulutsusuna benzememektedir. Bu durumda Yengeç bulutsusu, Oriyon bulutsusunda olduğu gibi, birbirinden ayrı, parlak ve farklı dalga boyları içeren bir tayf çıkarmalıdır. Ama, böyle olmaz. Yengeç bulutsusunun aynen yıldızlarınki gibi tüm dalga boylarını içererek ışık çıkaran kesintisiz bir tayfı bulunmaktadır. Gerçekte Yengeç bulutsusu yıldızlardan oldukça yüksek bir sıcaklığa sahiptir; çünkü bulutsu pek kısa, yoğun enerjili dalga boyundaki yalnız morötesi değil, aynı zamanda daha kısa dalga boyunda X ışınları ve daha da kısa dalga boyunda gamma ışınları çıkaran ışığı yayar. Bulutsu aynı zamanda

pek bol miktarda *polarize* edilmiş (titreşimleri belli bir yöne çevrilmiş-Çeviren) uzun dalga boyunda radyo ışınımı (radyasyonu) üretir.

Böyle sürekli ve enerjik bir tayf, 1953 yılına gelinceye değin şaşkınlıkla karşılanmıştı. O yıl içinde Rus gökbilimcisi Iosif Samuilovich Shklovskii (1916-), Yengeç bulutsusunun güçlü bir manyetik alan içinde yüksek hızla devinen elektronlar çıkardığını ileri sürdü. Böyle bir elektron deviniminin sonucu, gözlemle-120

nen belli türdeki bir radyasyondur. Bu görüş yalnızca kuramsal değildir. Çünkü aynı olay (kuşkusuz daha küçük bir ölçekte olmak üzere) nükleer fizikçiler tarafından tasarımlanmış *sinkrotron* adh bazı partikül ivmelendirilerinde gözlemlenmektedir. Bunlarda, elektrik yüklü partiküller manyetik alan içinden geçmeye zorlanır ve sonuçta sinkrptron radyasyonu (ışınımı) sızdırırlar.

Görülüyor ki, Yengeç bulutsusu büyük ölçekte sinkrotron radyasyonu üretmektedir. Ama, burada elektronlar nereden gelirler? Üstnova, dokuz yüzyıl önce patladığından beri elektronları manyetik alan boyunca sevkeden enerji nereden elde edilmektedir?

Daha önce kitabımızda adı anılan ve Andromeda gökadasının şimdi doğruluğuna inandığımız gerçek uzaklığını Alman daha sorira Amerikalı gökbilimci Rudolph L.B. Minkowski (1895-1976) ile birlikte hesaplayan Alman-Amerikalı gökbilimci Walter Baade 1945 yılında, Yengeç bulutsusunun yapısının merkezine yakın bulunan iki yıldızda ufak değişiklikler olduğunu saptadı. Bu iki yıldız, başlangıçtaki gök cismi üstnova patlamasını geçirdikten sonra geriye bıraktığı kalıntıları içeriyor olmalıydılar. Şimdi de böylesine sinkrotron radyasyonunu sürdürebilmek için bu kalıntı yıldızların bizim Güneş'imizin yaydığının 30.000 katı oranında enerji yaymaları gerekiyordu. Bunun nasıl olabildiği aradan geçen çeyrek yüzyılı aşkın süre boyunca çözülmemiş bir bilmeceyi oluşturmaktadır.

Eğer 1054 yılının üstnovası böyle şaşırtıcı bir kalıntıyı geriye bırakmışsa, diğer üstnövalar da aynı şeyi yapmış olmalıdırlar.

Sinkrotron radyasyonu çıkaran, genişleyen herhangi bir toz ve gaz bulutu pek fazla kuşku uyandırıcı bir gök cismi olmalıdır.

Ancak burada karşılaşılan güçlük üstnova olaylarının çok uzun süreler önce meydana gelmesiyle daha büyük, yoğunluğu azalmış, seyrek, genişleyen bir bulutun oluşması ve daha az yoğun radyasyonun ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır.

Öyle görülüyor ki, Yengeç bulutsusunun olağandışı özelliklerini saptamış olmamız, 1054 yılı üstnovasının göreceli olarak son zamanlarda ve açık bir havada, makul derecede yakınımızda patlamasını gerçekleştirmiş olması nedeniyledir. Üstelik bu üstnova ve kalıntısı olan bulutsu ile aramızda üzerinde konuşmaya de

ğer toz bulutları bulunmamaktadır.

Ancak, radyo dalgaları şimdi de sorun çıkarmadan toz bulutlarından geçebilmektedir. Ve İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gökbilimciler radyo dalgalarını, güçlükle karşılaşmadan ve giderek artan duyarlılıkla saptamak üzere aygıt ve tekniklerini geliştirmişlerdir.

Gökbilimci Walter Baade 1941 yılında Yılancı takımyıldızı içinde Kepler'in 1604 yılında saptadığı üstnovanın yerinde birtakım bulutsu liflerini gördü. Bu üstnova kalıntısının yaşı, Yengeç bulutsusunun yaşımn üçte birinden biraz daha fazlaydı. Üstelik bizden çok daha fazlasıyla, 11.000 parsek uzaklıkta bulunuyordu.

Bu nedenle bulutsunun liflerinin özelliklerini ayırt etmek çok daha güçtü. Baade'nin elinde toz ve gaz liflerinin gerçek bir üstnova kalıntısı olduklarını gösterecek hazır bir yol, yöntem bulunmuyordu. Oysa, 1952 yılında Cambridge üniversitesinden iki gökbilimci R. Hanbury Brown ile Cyril Hazard bu liflerin güçlü bir radyo dalgası ışınım kaynağını oluşturduklarınılbuldular. Bu durum, lifleri açık bir biçimde 1604 novası ile ilişkilendiriyordu.

Aynı yıl içinde Brown ve Hazard, Koltuk takımyıldızı bölgesinden gelen radyo dalgalarını saptadılar. Daha sonra gökbilimci Minkowski, Kaliforniya'da Mt. Palomar'daki 5 metrelik dev teleskopu kullanarak aynı bölgedeki görünür kalıntı izlerini buldu. Daha sonra 1965 yılında Kurt takımyıldızı içinde bir radyo dalgası kaynağının yeri belirlendi. Bu da, bizden yalnızca 1.000

parsek uzaklıkta olan büyük üstnova'nın kalıntısı olmalıydı.

Böylece son bin yılın bilinen dört üstnovası geriye kalıntılarını bırakmış oluyordu. Gerçekte, böyle bir beşinci kalıntı daha bulunmaktadır. 1948 yılında iki İngiliz gökbilimcisi Martin Ryle **122**

(1918-1984) ve F. Graham Smith (1923-), Koltuk takımyıldızı içinde yoğun bir radyo kaynağını yakaladılar. Daha sonra aynı yerde Minkowski'nin saptadığı bulutlusu ile birleştirilerek bu gök cismi "Koltuk A" olarak adlandırıldı. Kalıntı aynı bölgede bulunmasına karşın, Tycho'nun üstnovasının yerinde değildi. Ama, bir üstnova kalıntısının özelliklerine uyuyordu. Eğer kalıntının varoluşuna bir üstnova neden olmuşsa, bunun 1677 yılında Dün-ya'dan görülmüş olması gerekiyordu. Ancak hiç kimse o yıl içinde bir üstnova patlamasını bildirmediğine göre, bu durumda üstnovanın yıldızlararası bulutlarla örtülmüş olması olasılığı akla geliyordu.

"Kuğu ilmeği" adı verilmiş olan bir başka kuşkulu gök cismi de, tahmin edebileceğiniz gibi Kuğu takımyıldızı içinde saptanmıştı. Bu gök cismi eğimli bulutlardan oluşuyor ve tüm halkanın çapı dolunayın altı katı olan 3°'yi buluyordu. Eğer bu gök cismi de eğer bir üstnova kalıntısı ise, yıldız patlamasının 60.000

yıl kadar önce gerçekleşmiş olması gerekiyordu.

Bir başka gök cismi yapısı da,' ilk kez 1939 yılında Rus sonra Amerikalı olan gökbilimci Otto Struve (1897-1963) tarafından Yelken takımyıldızı içinde sönük görünüşüyle saptanınca gökbilimcilerin ilgisini üzerirte çekti. Bu buluşu, 1950 yılından 1952'ye değin

Avusturalyalı gökbilimci Colin S. Gum dikkatle ve sabırla izledi. Sonunda Gum, bulgularını 1955 yılında yayınladı.

Ortaya çıkan sonuç, Colin S. Gum'ın soyadıyla adlandırılan ve belki de tüm görünen gökyüzünün on altıda birini kaplayan

"Gum bulutsusu" idi. Ancak, Gum bulutsusunun yoğunluğu o denli azalarak seyrekleşmişti ki, kolayca görülemiyordu. Üstelik bulutsu, Avrupa göklerinde görülemeyecek kadar uzak güney enlemlerinde bulunuyordu.

Gum bulutsusu kabaca küre biçimindeydi ve çapı 720 parsek dolayındaydı. Kürenin merkezi Güneş sisteminin merkezinden 460

parsek uzaklıkta bulunuyor, bu da onu bilinen en yakın üstnova **123**

kalıntısı durumuna getiriyordu. En yakin kenarı yalnızca 100 parsek uzaklıktaydı. Ve bir süre gökbilimciler, Güneş sisteminin bu bulutsu içinde yer almış olduğundan bile kuşkulanmalardı.

Belki de Gum bulutsusu 30.000 yıl önce patlamış ve kısa bir süre boyunca dolunay kadar parlak olmuş bir üstnovanın kalıntısı olabilir. Çağdaş insan o sıralarda Dünya üzerinde görülmeye başlıyordu. İşte o dönemde, çağdaş insan ve Neandertal insanının gökyüzündeki bu ikinci Ay'ı şaşkınlıklar içinde kalarak izlemiş olduğu düşünülebilir. Ancak, bu insanların üstnovayı görebilmeleri için yeterince uzak güneyde yaşamış olduklarını varsaymalıyız, kuşkusuz...

Nötron Yıldızları

Eğer bir üstnova, bir yıldızın görülen patlamasıyla ve sıradan bir novaya göre çok daha büyük bir gücü sergiliyorsa, 1920'li yılların inanışlarına göre bu yıldızın uzaya toz ve gaz bulutu olarak çıkarmadığı bölümü beyaz cüce halinde çöker.

Yengeç bulutsusunun merkezindeki yıldız kızgın derecede sıcaklıkta ve mavimsiydi. Ve böyle bir yıldız da Gum bulutsusunun merkezinde

bulunuyordu. Olasılıkla diğer tüm üstnova artıklarının merkezinde benzeri beyaz cüceler bulunuyor ama bunlar pek sönük olduklarından ayırt edilmiyorlardı. Şu halde, Yengeç ve Gum bulutsularının merkezindeki küçük, kızgın derecede sıcaklıktaki yıldızların görülüşü yalnızca bu iki kalıntının bize göreceli olarak yakın bulunuşları nedeniyledir.

Beyaz cücelerin yıldız çöküşlerinin tek ve evrensel ürünü oluşlarına ilişkin ilk kuşku, Hintli sonra Amerikalı olan gökbilimci Subrahmanyan Chandrasekhar'ın (1910-) çalışmaları sonucu uyandı.

Chandrasekhar bu konuda şöyle fikir yürütüyordu: Bir yıldız çöktüğünde oluşan beyaz cüce artık füzyon tepkimesi yapacak kapasitede kalmaz. Bu durumda kişi, beyaz cücenin küçülmesini engelleyecek bir füzyon enerjisinin varlığına bel bağlayamaz.

Bununla birlikte beyaz cüce olabileceği kadar küçülmemiştir.

Eğer atomları çözülür ve madde atom çekirdekleri birbirlerine değene kadar küçülürse, bizim Güneş'imiz gibi bir gök cisminin çapı yalnızca on dört kilometre (ya da dokuz mil) olan bir küre durumuna gelecektir. Oysa, böyle küçük çapları olması yerine, beyaz cücelerin çapı on iki bin kilometreye (7.400 mil) çıkmaktadır. Ve beyaz cücelerde bulunan atom çekirdekleri şimdi de serbestçe devinim yapabilecek şekilde birbirlerinden uzak bulunmaktadır. Ve bir beyaz cücenin ne denli yoğun olabileceğinden emin olmak için, onun bazı durumlarda bir gaz kütlesi gibi hareket ettiğini söyleyebiliriz.

Gökbilimci Chandrasekhar, bir beyaz cüceyi şişip büyümekten alıkoyanın onun elektron içeriği olduğunu gösterebilmiştir.

Burada elektronlar artık atomların parçası olarak bulunmuyor ama bir tür elektron gazı gibi rasgele deviniyorlardı. Elektronlar birbirlerini itiyor ve beyaz cücenin yoğun yerçekimli alanında bile elektron gazı belli bir noktanın ötesine sıkıştırılamıyordu.

Beyaz cücenin kütlesi büyüdükçe yerçekim alanı daha yoğun duruma giriyor, elektron gazı daha fazla sıkışabiliyordu. Bunu izleyen durum, çapı daha küçük ama daha kütleli bir beyaz cüce şeklinde oluyordu.

Bazı noktalarda elektron gazının sıkıştırılmaya karşı direnci kırılıyor ve beyaz cüce çöküyordu. Chandrasekhar 1931 yılında, bu direncin kırılışını Güneş'in kütlesinin 1,44 katı olan bir kütlede yer aldığını hesapladı. Bu nokta, "Chandrasekhar'ın limiti"

adıyla bilinir.

125

Başlangıçta bu hesaplamanın sonucu gökbilimcilerce bir sorun olarak görülmedi. İlk olarak, yıldızlardan yüzde 95'i aşkın bir bölümü Chandrasekhar'ın limitinin altındaki bir kütleye sahiptiler ve bu nedenle beyaz cüce durumunda çökmekten başka seçenekleri bulunmuyordu.

Daha sonra, yıldız sayısının azınlığını oluşturan ve limitin üzerinde bulunan yıldızlarda da bir sorun görülmemişti. Savunma şöyleydi: Çökmeden önce yıldızlar patlamaya, dış tabakalarını uzaya fırlatmaya ve bu nedenle de kütle yitirmeye eğilim gösteriyorlardı. Böyle bir yıldızın kütlesi büyüdükçe daha güçlü bir patlama oluyor ve bu yüzden de daha büyük kütle yitiriliyordu.

1054 yılında patlayan üstnovanın yitirdiği kütleyle oluşan Yengeç bulutsusu Güneş'in kütlesinin üç katı bir kütleye sahipti.

Her büyük kütleli yıldızın çökmeden önce patlayacağı, kütlesinin bir bölümünü uzaya fırlatacağı ve geriye kalan bozulmamış kütlesinin her zaman Güneş'in kütlesinin 1,44 katından daha az olacağı ve bu nedenle beyaz cüce haline çökeceği her zaman tartışılabilir bir konuyu oluşturuyordu.

Bununla birlikte, Chandrasekhar bilim çevresinde bir kuşku uyandırmıştı. Bir yıldız başlangıçta büyük kütleli olsa ve atabileceği kadar kütleyi uzaya fırlatsa, patlamadan sonra geriye Güneş'in kütlesinin 1,44 katından fazlası kalmış olsa ne olacaktı?

Bu durumda yıldız çöktüğünde bir beyaz cüce oluşturmayacaktı. Öyleyse ne olacaktı?

Bu soruların yanıtlarını bulmaya çalışalım. Bir beyaz cüce, atom çekirdeği ve elektronları içerir. Atom çekirdeği ise, proton ve nötronlardan oluşmuştur. Nötronlar elektrik yükü taşımazken

protonlar artı elektrik yüküyle yüklüdürler. Her bir proton +1 elektrik yüküne sahiptir.

Tüm elektronlar da aynı şekilde elektrikle yüklüdür ama elektrik yükleri eksidir. Her bir elektron, protonun tam tersi olan elektrik yükü taşır ve bu yüzden —1 elektrik yüküne sahip olur.

Bir nötron yıldızının minikliğinin Ay ile karşılaştırılması

Birbirlerine zıt elektrik yükü taşıyan proton ve elektronlar birbirlerini çekerler ama bu olay bazı sınırlamalarla gerçekleşir. Proton ve elektronlar birbirlerine aşırı derecede yaklaşınca, başka karşılıklar yer

alır; zıt yüklerin çekiminden çok daha güçlü itmeler ortaya çıkar. Bu durum, elektronların birbirlerini itmesinden daha güçlü bir nedeni oluşturarak beyaz cüceyi belli bir noktanın ötesine kadar küçülmekten alıkoyan Ancak, yerçekimi alanı giderek daha yoğunlaştıkça elektronlar birbirlerine doğru ve hepsi protonlara doğru iyice yaklaşmak üzere zorlanırlar. Bu olay meydana gelince, zıt elektrik yükleri birbirlerini geçersiz hale getirir. Eksi elektron ve artı proton yerine ortaya ikisinden oluşan ve elektrik yükü olmayan bileşke çıkar. Kısaca, bir nötron elde edilmiş olur.

Eğer çöken yıldız Chandrasekhar'ın limitinden daha büyük bir kütleye sahipse, yıldız çökerken nötron halinde birleşen elektron ve protonlar önceden var olan nötronlara eklenir. Çöken yıldız artık nötrondan başka bir şey içermez ve bu durumda atomun hiçbir parçası birbirini itmez olur. Ve sonuç olarak, nötronlar birbirlerine değecek kadar cisim küçülür ve ortaya bir nötron yıldızı çıkar.

Bir nötron yıldızında, tüm Güneş'imizin kütlesi kadar bir kütle bir araya sıkışabilir ve daha önce belirttiğimiz gibi çapı on dört kilometreyi (dokuz mili) geçmeyen bir top haline gelebilir. Bu yıldız beyaz cüceden çok daha küçük, çok daha yoğun ve yerçekimi ise çok daha büyüktür.

Üstnovaları incelemeye koyulan İsviçreli gökbilimci Fritz Zwicky 1934 yılında dev patlamaların ardından son ürün olarak ortaya olasılıkla nötron yıldızların çıkacağından kuşkulanmaya başladı.

Zwicky, sıradan bir novaya göre milyonlarca katı enerji üreten bir üstnovanın belli ki çok büyük bir patlamayla kendini gös-128

tereceğini biliyordu. Daha büyük patlama, daha büyük bir afetle sonuçlanan bir çökmeye yol açacaktı. Küçülen kalıntı bir beyaz cüce oluşturamayacak kadar kütleli olsa bile, yeterli hızla beyaz cüce olma aşamasını atlayacak şekilde küçülmesini sürdürecekti. Bu nedenle nötron yıldızı, Güneş'in kütlesinin 1,44 katından küçük bir kütleyle son durumunu alacaktı.

Aradan uzun bir süre geçmeden Amerikalı fizikçi J. Robert Oppenheimer (1904-1967) ile öğrencisi George Michael Volkoff, nötron yıldızlar ve oluşumlarının matematik ayrıntılarını çözdüler. Sovyet fizikçisi Lev Davidovich Landau (1908-1968) da aynı çözüme bağımsız çalışmalarıyla ulaştı.

1930'lu yıllarda üstnovaların nötron yıldızlar şeklinde sonuçlandıkları çok makul görülmeye başlanmıştı. Ancak bunu ger

çek gözlemlerle araştıracak belli bir yöntem bulunmuyordu. Eğer nötron yıldızlar gerçekten var iseler, minik büyüklükleri ile göreceli olarak yakınımızda olsalar bile ancak dev teleskoplarla ve aşırı sönük olarak görülebileceklerdi. Ne olursa olsun eğer gö-

rünürlerse, onların aşırı derecede sönük olduklarını anlamamızdan başka sonuç elde edemeyecektik. Böylece Yengeç bulutsusunun merkezindeki yıldızın sönük oluşuyla bunun beyaz bir cüce değil de bir nötron yıldızı olduğunu hangi yolla anlayabilecektik? Bu yıldızın yalnızca görülmüş olması bile, onu beyaz cüce olarak nitelendirme yönünde terazi kefesini ağır bastırıyordu.

Gene de bu konuda yabanıl bir umut besleniyordu. Bu denli dev derecede yüksek basınç yanı sıra kaçınılmaz bir sıcaklık artışı getirecekti. Bu nedenle, oluşumu sırasında bir nötron yıldızının yüzey sıcaklığı 10.000.000°C kadar yüksek olabilecekti.

Böyle bir sıcaklıkta, soğuma süresi binlerce yıl olsa bile, yıldız bol miktarda X ışını radyasyonu yapabilecekti.

Bunu izleyen ise, bir yıldız pek küçük ve sönük olsa bile onun bulunduğu yerden X ışınlarının gelmesi ile orada bir nötron yıl-

dizinin varlığına ilişkin güçlü kuşkular duyulması demek olacaktı.

Ancak bu yabanıl umut yanı sıra üzücü bir gerçeği de getirmekteydi. X ışınları atmosferi delip geçemezler. Havadaki atom ve

moleküllerden etkilenir, Dünya'nın yüzeyine X ışını olarak varamazlar. Bu nedenle nötron yıldızları enerji dolu sinyaller göndermiş olsalar bile, bu konuda bütünüyle bizlere yardımcı olamayacaklardı. Ya da hiç değilse durum 1930'lu yıllarda böyle görülüyordu.

X Işınları ve *Radyo Dalgaları*

Kuşkusuz bilim adamları Dünya atmosferi dışından gözlem yapmaya muktedir olsalar her şey değişebilecekti.

Atmosferin dışına ulaşmanın tek belirgin yolu roket kullanmak olacaktı. Bu gerçek daha 1687 yılında Isaac Newton tarafından söylenmişti. Ama, gerçeği bilme ile uygulama alanına koyma arasında derin bir zaman uçurumu geçmiştir.

Gene de bu işin zamanı gelmişti. İkinci Dünya Savaşı sırasında Almanlar, Wernher von Braun'un (1912-1977) çalışmalarına çok şey borçlu kalarak, roketle sevkedilen araçların kullammı alanında hızlı ilerlemeler sağladılar. Almanların amacı bu araçları savaş silahlarında kullanmaktı. Amaçlarında başanh oldular ama Müttefiklerin şansına, başarıları savaşın sonuna rastlamış ve gecikmişti. Almanlar, roketleri yeterli sayıda kullanıp savaşın sonucunu kendi lehlerine çevirecek zamanı bulamadılar.

Ancak, savaştan sonra hem ABD hem de Sovyetler Birliği, roket çalışmalarını Almanların bıraktığı yerden sürdürdü. 1949 yılında ABD, roketlerini atmosferin dışında etkili olabilecek şekilde göndermeyi ve 1957 yılında Sovyetler Birliği de, roketle sevkedilen bir uyduyu Dünya çevresinde dönmek üzere yörüngesine oturtmayı başarmış bulunuyordu.

Şimdi uzaydan gelecek X ışınlarını yakalamak mümkün olmuş ve bazı problemler de hemen çözülmüş oluyordu.

Böylece Güneş'in taç katmanının (dış atmosferinin) tayfında, bilinen elementlerden elde edilmiş olanlarla tanınmayan tayf çizgilerinin var olduğu görüldü. Bazı bilim adamları bunların kaynağının Güneş'in taç katmanında var olan ve şimdiye dek bilinmeyen "coronium" elementi olduğu savını öne sürdüler.

Diğer yandan 1940 yılında, İsveçli fizikçi Bengt Edlen (1906-

), bu tayf çizgilerinin pek olağandışı durumlarda bulunan ama aslında bilinen atomları temsil ettiğini savundu. Edlen, "çünkü taç katmanı 1.000.000° C ya da daha yüksek sıcaklıkta bulunmaktadır," diyordu.

Coronium elementinin var olduğu ya da olmadığı nasıl araşy tırılırdı? Eğer fizikçi Edlen haklıysa, süper sıcaklıktaki taç katmanından çevreye bol miktarda X ışını yayılmalıydı. Oysa, ışınlar varsa bile 1940'lı yıllarda bunlara saptayabilecek bir yöntem bilinmiyordu.

Ancak, roketler kullanılmaya başlanınca koşullar değişti. 1958

yılında Amerikalı gökbilimci Herbert Friedman (1916-) atmosferin dışına çıkacak ve eğer varsalar Güneş'in yaydığı X ışınlarını saptayabilecek altı adet roketin ateşlenmesi işini yönetti.

Denemelerin sonunda X ışınları saptanmış, Güneş'in taç katmanının Edlen'in savunduğu şekilde kızgın derecede sıcaklıkta olduğu anlaşılmış, tayftaki çizgilerin gerçekten sıradan elementlere ilişkin oldukları ve coronium diye bir elementin bulunmadığı öğrenilmişti.

Güneş'in X ışınları radyasyonunu saptamak kolaydır; çünkü, Güneş göreceli olarak çok yakın bulunmaktadır. Oysa, bize en yakın olan Alfa Erboğa sistemindeki yıldızlar Güneş'e oranla 270.000 katı

uzaklıktadır. Eğer Alfa Erboğa sistemindeki yıldızlardan biri Güneş'in yaydığı kadar yoğunlukta X ışınları üretirse biz bunları Güneş'ten gelen X ışınlarının 1/70.000.000.000'i kadar yoğunlukta alacak ve olasılıkla böyle zayıf ışınları yaka-131

layamayacaktık. Daha uzaktaki yıldızlardan gelen X ışınlarının saptanması ise çok daha zayıf bir olasılığı oluşturacaktı.

Bunu izleyen düşünce, uzay eğer yalnızca Güneş'e benzer yıldızları içermiş olsa bile, o anda elimizde bulunan saptama ay-gıtlarıyla Güneş dışında herhangi bir kaynağın X ışınlarını sap-tayamayacağımız biçiminde akla gelmişti. Öte yandan, çok büyük yoğunlukta X ışınlarını veren nötron yıldızlar gibi olağandışı kaynakların var oluşu halinde bu ışınları saptayabileceğimiz düşünülüyordu.

Bu durumda uzaydaki X ışını kaynaklarını saptamak giderek önemli hale geliyordu. Çünkü her X ışını kaynağı olağandışı önemde bir sorunu çözme yolunda vaatleri beraberinde getiriyordu.

1963 yılında Herbert Friedman, gökyüzünde Güneş'e ilişkin olmayan bazı X ışını kaynaklarını saptadı ve o yıldan beri benzeri pek çok sayıda kaynak bulundu. Sözgelişi, 1969 yılında yalnızca X ışını kaynaklarının saptanması işi için bir uydu uzaya fırlatıldı. Bu uydu, Kenya'nın beşinci bağımsızlık yıldönümünde fırlatılmıştı ve adına Swahili dilinde özgürlük anlamına gelen

" U h u r u " denilmişti. Uhuru uydusu, yarısı gökadamızın dışından gelenlerden oluşmak üzere 161 adet X ışını kaynağı saptamıştı.

1960Tı yıllarda bu olaylar gelişirken gökbilimciler artık uzayın, eskilerin düşündüğünün tersine, sürekli bir yabanıl alan olduğunu sezinlemeye başlamışlardı. Gece göğünün gözle görülen dingin, durgun ve saydamlığının yalnızca yanıltıcı olduğunu dü

şünüyorlardı artık...

Gökyüzündeki X ışını kaynaklarından biri de Yengeç bulutsusu idi.

Bu gerçek de gökbilimcilere pek yanıltıcı gelmiyordu. Eğer onlardan, uzayda X ışını gelmesi olası bir noktayı seçmeleri istense, herhalde hepsi hiç düşünmeden Yengeç bulutsusunun bulun-132

duğu noktayı gösterirlerdi. Buna ilk neden, Yengeç bulutsusunun bir yıldızı ilgilendiren en büyük felaket olan üstnova patlaması geçirmiş belli bir kalıntı oluşuydu. Diğer yandan bu patlama bize makul derecede yakın yerde ve gene makul derecede yakın bir tarihte olmuştu. Üstelik, Yengeç bulutsusunda şimdi de süren dev çalkantı ve hızlı genleşme, X ışınları meydana getiren yüksek sıcaklık olasılığını hemen akla getiriyordu.

Gerçekte, yengeç bulutsusunda iki olası X ışını yayan kaynak bulunabilirdi. Bunlardan biri, bulutsuyu oluşturan gaz ve toz kütlesinin hızla genleşmesiydi. Diğeri de, bulutsunun merkezinde bir kalıntıdan oluşan minik ve kızgın sıcaklıktaki nötron yıldızıydı.

Ve bu saptamalar yapılırken, gökteki devinimi sırasında Ay, 1964 yılında gene Yengeç bulutsusunun önünden geçecek ve bunu yaparken yavaş yavaş bulutsunun içine girmiş gibi olacaktı.

Eğer X ışınları bulutsunun kızgın derecede sıcak olan gaz çalkantıları tarafından oluşturuluyorsa, Ay örttükçe X ışını yoğunluğunun giderek azalması gerecekti. Eğer X ışınları çoğunlukla merkezde bulunduğu varsayılan nötron yıldızı tarafından üreti-liyorsa, X ışını yoğunluğu Ay, Yengeç bulutsusunun önünden ge

çerken azalmaya başlayacak ve minik yıldızın önünden geçerken çok hızla birdenbire, büyük ölçüde azalacak; sonra, yavaş yavaş

artarak Ay bulutsunun önünden çekilene kadar X ışını artışı sürecekti.

O yıl Ay'ın Yengeç bulutsusunu örtme zamanı gelince X ışını saptayan bir roket göğe fırlatıldı. Ve gözlemlenen sonuçlardan X ışını

yoğunluğunun düzenli olarak azaldığı görüldü. Ama, yo

ğunlukta birden büyük azalış görülmemişti. Bu durumda bulutsunun merkezinde bir yıldızın varlığını saptama umutları da büyük ölçüde azalmaya başlamıştı.

Gene de umutlar tümüyle yitirilmemişti. Bulutsunun hem merkezinin hem de çevredeki gazların X ışını kaynağını oluşturması **133**

bilim adamlarının aklını karıştırıyordu. Eğer çevredeki gaz kütlesiyle birlikte değil, yalnızca merkezdeki yıldızın niteliklerini açıklayacak bir yöntem bulunsa bilmece çözülebilecekti.

Ama bu yöntem ne olabilirdi? Yanıt geldi; oysa tümüyle beklenmeyen bir şekilde gerçekleşti.

X ışınları ve gamma ışınları elektromanyetik tayfın yüksek enerjili ucunda yer alır. Diğer yandan, alçak enerjili uçta ise radyo dalgaları bulunur.

Radyo dalgaları genelde X ışınları gibi atmosferi delip geçemezler. Radyo dalgalarında problem, elektrikle yüklü partiküller yönünden zengin üst tabaka olan iyonosferde ortaya çıkar.

İyonosfer, Dünya üzerinden kaynaklanan ve yukarıya doğru ışınlanan radyo dalgalarım geriye, Dünya'ya doğru yansıtır. Aynı şekilde gök cisimlerinden kaynaklanan radyo dalgaları iyonosfer tarafından geriye, uzaya doğru yansıtılır ve hiçbir zaman bu dalgalar Dünya üzerine erişemezler.

Ancak bu kural en kısa radyo dalgaları olan mikrodalgalara gelindiğinde doğru değildir. Radyo dalgası olarak mikrodalgaların dalga uzunluğu pek kısadır. (Zaten "mikro", Eski Yunanca'daki kısa sözcüğünden gelmektedir). Ama, bu dalgalar gene de sıradan ışık dalgaları ve kızılötesi bölgesi ışınımından daha uzun dalga boyundadır.

Şu halde, elektromanyetik tayfta atmosferi pek az kayıpla aşıp Dünya üzerine varan iki ışınım bölgesi bulunmaktadır. Bunlardan biri, görünür ışık bölgesi; diğeri de, daha geniş olan mikrodalga bölgesidir.

Var olduğumuz sürece "ışık penceresi"ni tanımaktayız. Çünkü, ışığı duyumsayacak gözlere sahip bulunuyoruz. Ve Güneş, Ay, gezegenler ile yıldızları görebiliyoruz. Oysa, herhangi bir do

ğal duyu organıyla "mikrodalga penceresi"ni duyumsayamayız.

Bunun varlığından da yalnızca yarım yüzyıldır haberliyiz.

134

Mikrodalga penceresi, 1931 yılında Amerikalı radyo mühendisi Kari Guthe Jansky (1905-1950) tarafından kazayla keşfedilmiştir. Bili Telefon şirketi adına çalışmakta olan Jansky, radyo alışlarına müdahelede bulunan statik kaynakların yerini kesin olarak belirlemeye çalışıyordu. İşlem sırasında Jansky'nin alıcı aygıtı gökyüzünden gelen hışırtıları kaydetti. Başlangıçta, bunların nedenini Güneş'ten gelen mikrodalgalar olduğunu sandı. Zamanla kaynak Güneş'ten giderek uzaklaştı. 1932 yılına gelindi

ğinde, Jansky kaynağın Okçuk takımyıldızı içinde yer almış olduğunu buluyordu. Şimdi, bu dalgaların gökadanın merkezinden geldiğini biliyoruz.

Jansky'nin keşfi profesyonel gökbilimciler tarafından hemen izlenmedi. Çünkü, mikrodalgaları saptama teknikleri henüz iyi bir şekilde geliştirilmemişti. Bununla birlikte, amatör bir radyo tutkunu Grote Reber (1911-), Jansky'nin bildirisini duymuş, bunun üzerine evinin arka bahçesine parabolit biçiminde bir saptama aygıtı kurmuştu. (Bu sırada Reber yalnızca on altı yaşındaydı). Bu aygıt gökbilim tarihindeki ilk "radyo teleskop" oluyor ve Reber aygıtıyla radyo dalgalarını saptamak üzere gökyüzünü tarayabiliyordu. Bu yolla genç Reber, gökyüzünün ilk radr yo haritasını yaptı.

Aşağı yukarı aynı dönemde İskoç fizikçisi Robert Watson-Watt (1892-1973), bir mikrodalga demetini kullanarak görülmeyen cisimlerin yön ve uzaklıklarını bulma yolunda mükemmel bir yöntemi geliştirmeye çalışıyordu. Mikrodalgalar bir cisimden yansıtılacak ve bu yansıma saptanacaktı. Yansımanın geldiği yön cismin yönünü, demetin yayımı ile yansımanın saptanışı arasındaki zaman farkı cismin uzaklığını verecekti. Bu teknik *radar* adıyla adlandırılır.

Radar, İkinci Dünya Savaşı boyunca dirimsel bir önem kazandı. Ve Savaş bittiğinde mikrodalgaların yayımı ve alımı konusunda

sevindirici teknikler elde edilmiş bulunuyordu. Bunun anla-135

mı, gökbilimcilerin uzak yıldız kümelerinden gelen mikrodalga yayımlarını inceleme ve çözümleme olanağı bulması demek olacaktı. Artık daha iyi radyoteleskoplar kuruluyor; sonuçta büyük sayıda dirimsel ve çoğu beklenmeyen keşifler yapılıyordu. Önem yönünden üç buçuk yüzyıl önce teleskopun bulunuşuyla gerçekleşene eşit önemde gökbilimsel bir devrim gerçekleşmiş oluyordu.

Atarca Yıldızlar

1964 yılında radyo gökbilimciler, radyo dalgalarının ışık kaynaklarından daha da fazla olmak üzere, kararlı olmadıklarını fark ettiler.

Işık dalgaları atmosfer tarafından sıcaklığa bağlı olmak üzere farklı boylarda kırılır. Atmosfer farklı sıcaklık derecelerinde bulunan bölgeleri içerdiğinden ve sıcaklık zamanla değiştiğinden kaynaktan gelen zayıf ışık şu yâ da bu yana eğilir, yönü zamanla hafifçe değişir ve yıldız "titreşiyormuş" gibi olur. Radyo dalgaları da, atmosferin elektrik yüklü partikülleri tarafıhdan rasgele şu ya da bu yana saptırılır ve böylece radyo kaynakları da titreşiyormuş gibi olur.

Bu hızlı titreşmeyi ya da ışınım titreşmesini incelemek üzere özel olarak radyo teleskoplar kurulmalıydı, işte böyle aygıtlardan biri İngiliz gökbilimcisi Antony Hewish (1924-) tarafından tasarımlandı. Kurulan radyo teleskop 18.000 metre karelik (ya da 18 dönümlük-Çeviren) bir alana yayılmış 2.048 ayrı aygıttan oluşuyordu.

1967 yılının temmuz ayında Hewish'in radyo ve teleskopu titreşen radyo kaynaklarını saptamak ve incelemek üzere gökyüzünü taramaya başlamıştı. Teleskopla gerçekleştirilen gözlemlerin denetlemelerini Hewish'in öğrencilerinden biri olan İngiliz radyo gökbilimcisi Susan Jocelyn Bell (1943-) yapıyordu.

136

Ağustos ayında Bayan Bell kayıtlarda tuhaf bir durumu far-ketti. Bir gece yarısı Vega ve Uçucu yıldızlarının arasındaki belli bir kaynaktan titreşimler alınmıştı. Geceyarısı genellikle bu tür titreşimlerin az olduğu zamandır. Üstelik titreşimler bir gelip bir gidiyordu. Bayan Bell, gökbilimci Hewish'in dikkatini bu titre

şimlere çekti. Kasım ayma gelindiğinde titreşimlerin dikkatle izlenmeye değer oldukları anlaşılmış bulunuyordu.

Radyo teleskop yüksek hızda kayıt yapabilecek şekilde ayarlanmıştı. Ve aygıt titreşim üzerine çevrildiğinde pek kısa (saniyenin yalnızca yirmide biri kadar) süren bir ışınım patlaması oluyordu. Titreşimin gelip gidiyor gibi görünmesinin nedeni buydu. Radyo teleskop bu kaynağın üzerine çevrilmez ve kaynak dikkatle gözlemlenmezse, rasgele yapılacak taramalar titreşimi fark etmiyordu.

Buradaki ışınım patlamaları sürekli incelenince, bunların kısa ve düzenli (ve hatta *pek düzenli)* aralıklarla oluştukları saptandı. Patlamalar arasındaki aralık 1 1/3 saniye kadardı. Ya da desimal olarak alınırsa patlamalar 1,33730109 saniyede bir oluyordu.

O güne dek gökyüzünde bu denli düzenli ve kısa aralıklarla oluşan bir olay gözlemlenmemişti. Olaya neden ne ise o güne dek benzeri görülmemişti. Olay çevrimli olmalıydı. Bir gök cismi ya diğer cismin çevresinde dolanıyor ya da kendi ekseni çevresinde dönüyor olmalıydı veya bir nabız gibi atmalıydı. Ve bazı nedenlerle bu dönüş, dolanış ya da atışların her birinde bir mikrodalga patlaması oluşuyordu.

Patlamalar hemen nabız atmalarına benzetildi ve Hewish böyle yıldızlara "atarca yıldızlar" adını taktı. (Gökbilimci Hewish, bu tür yıldızlara İngilizce'de *"pulsating star"* adını vermiş; deyiş kısa zamanda *pulsar* olarak kısaltılmıştır-Çeviren).

Hewish, atarca yıldızların kolayca saptanabilen mikrodalgalar yaydığını ortaya koyunca, böyle gök cisimleri kolayca saptanmaya başlandı. Bu tür gök cisminin her atışı yeterli bir mik-137

rodalga patlamasını oluşturuyordu. Burada sorun sıradan radyo teleskopların patlamaları tek tek ayırt edememeleri; oysa belli bir süre boyunca ortalama dalga yayımını kayıt edebilmelerinden doğuyordu. Patlamalar, patlamalararası sürelerle birlikte ortalamaya vurulunca mikrodalga yeğinliği düzeyi patlamanın doruğunu oluşturan 1/20 saniyede oluyor ve bu da ortalamada özellikle dikkati çekecek kadar yüksek bir sayıyı oluşturmuyordu.

Hewish'in radyo teleskopu ise, patlamaları saptayabiliyordu.

Gökbilimci şimdi gökyüzünü taramaya ve benzeri gök cisimlerini bulmaya çalışmaktaydı. 1968 yılının şubat ayına gelindiğinde üç yeni atarca yıldız daha keşfedilmiş bulunuyordu. Artık Hewish buluşunu bilim çevrelerine duyururken kendisini güvencede duyumsayabilirdi.

Duyuru üzerine hemen diğer radyo gökbilimciler aynı araştırmalara başladılar ve beş yeni atarca yıldız daha saptandı. 1980*11

yılların başına gelindiğinde 400'e yakın atarca yıldız tanımlanmış bulunuyordu.

1968 yılında, herhangi bir tuhaf gök cisminin bulunmasının en çok bekleneceği yer olan Yengeç bulutsusunun içinde bir atarca yıldız keşfedildi. Bu seferki, ilk atarca yıldıza göre çok daha hızla titreşiyordu. Titreşim aralıkları 0.033099 saniye idi. Bunun anlamı, mikrodalga patlamalarının saniyede otuz kez gerçekleşmesi demek oluyordu. Daha sonra, bir atarca yıldız da Gum bulutsusu içinde bulundu.

Artık geriye akıl karıştıracak bir neden kalmıyordu. Eğer bu titreşimler, X ışını ya da radyo dalgaları olsun, sürekli ve kararlı bir ışınım şeklinde yayılıyorsalar, bunlardan bulutsunun merkezinden gelen bölümü ayırt etmek güç olacaktı. Ama, çok düzenli ve hızlı

olan titreşimlerin yeri tam olarak saptanabiliyordu çünkü bunlar bir bölgeden değil, tek bir noktadan çıkıyorlardı.

Ve bu tek nokta, Yengeç bulutsusunda olduğu gibi Gum bulutsusunda da merkezdeki yıldızın yerine tam uyuyordu.

138

Şimdi anlayış değişiyor, üstnova kalıntısının beyaz cüce oluşu yerine bu kez bir atarca yıldız oluşu fikri egemen oluyordu. Başka bir deyişle, bir yıldız üstnova durumundan çökerse ortaya bir atarca yıldız çıkıyordu.

Pekiyi, atarca yıldız neydi?

Bir atarca yıldızın kısa aralıklarla titreşmesi onun bir saniyeden az süre içinde ekseni çevresinde döndüğünü veya bir gök cisminin çevresinde dolandığını ya da nabız gibi attığını gösteriyordu. Hiçbir cisim böyle hızlı çevrimsel bir değişikliği boyutları çok küçük olmadıkça ve atalet (süredurum) baskısı nedeniyle kopup dağılmamak için çok yoğun bir yerçekimine sahip olmadıkça ger

çekleştiremez.

Hem küçük hem de yoğun yerçekimine sahip olan, bildiğimiz gök cismi beyaz cücedir. Ancak, beyaz cüce bile yeterince küçük değildir ve yeterli yerçekimi alanına sahip bulunmamaktadır. Burada atarca yıldızın bir nötron yıldızı olarak görülmesini engelleyecek hiçbir neden yoktur. Çünkü, hiç değilse nötron yıldızı yeterince küçüktür ve yeterli yoğunlukta yerçekimi alanına sahiptir.

Bir nötron yıldızının, düşünülemeyecek kadar yoğun yerçekimi alanıyla bir nabız gibi atması mümkün değildir. Aynı şekilde, nötron yıldızı diğer bir gök cisminin çevresinde (bu, bir nötron yıldızı olsa bile) saniyenin kesirleri içinde dolanamaz. İki olasılık böylece ayıklanınca geriye nötron yıldızının kendi ekseni çevresinde dönmesi olasılığı kalır. Kuramsal olarak nötron yıldızı, Yengeç bulutsusundaki atarca yıldız gibi yalnızca saniyede otuz kez değil, saniyede bin kez ve hatta daha fazla dönüş yapabilir.

1982 yılının kasım ayında, saniyede 640 kez mikrodalga patlamaları olan bir atarca yıldız keşfedildi. Bu şekilde nötron yıldızının ekseni çevresinde 1/1.000 saniyeden biraz daha fazla zamanda döndüğü görülüyordu. Böyle atarca yıldızlara "binde bir saniye atarca yıldızı" *(millisecond pulsar)* adı verildi.

139

Ancak, böyle hızla dönen bir nötron yıldızı neden mikrodalga patlamaları çıkarmalıdır?

Avustralya doğumlu Thomas Gold'u (1920-) da içermek üzere çok sayıda gökbilimci bu problemi araştırdılar. Böylesine yoğun bir yıldızın çok yeğin bir manyetik alana sahip olacağı ve manyetik alan çizgilerinin hızla dönen nötron yıldızının çevresinde sarmallar oluşturacağını tartıştılar.

Olağandışı yüksek sıcaklıktaki bir nötron yıldızını düşünelim.

Yıldızın giderek hızlanan elektronlar çıkarması beklenir. Bunlar yerin yerçekimi alanından kurtulup kaçabilmeye yeterli olacak hızdaki tek objelerdir. Elektronlar elektrik yüklü olduklarından, manyetik alanın çizgileri tarafından tutulacak ve yalnızca nötron yıldızının manyetik kutuplarından kaçabileceklerdir. Manyetik kutuplar yıldızın iki zıt yanındadır ama yıldızın dönüş kutuplarında yer almaları gerekli değildir. (Sözgelişi, Dünya'nın manyetik kutupları da dönüş kutuplarından oldukça uzakta bulunmaktadır.) Elektronlar nötron yıldızından uzaklaşırken, manyetik alan çizgileri üzerinde kalarak keskin eğimli bir yolu izler ve ışınım püskürmeleri şeklinde, diğer dalgaların yanısıra, mikrodalga patlamaları da enerji yitirirler. Nötron yıldızları kendi ekseni çevresinde dönerken manyetik kutuplarından biri ya da ikisi DünyaL

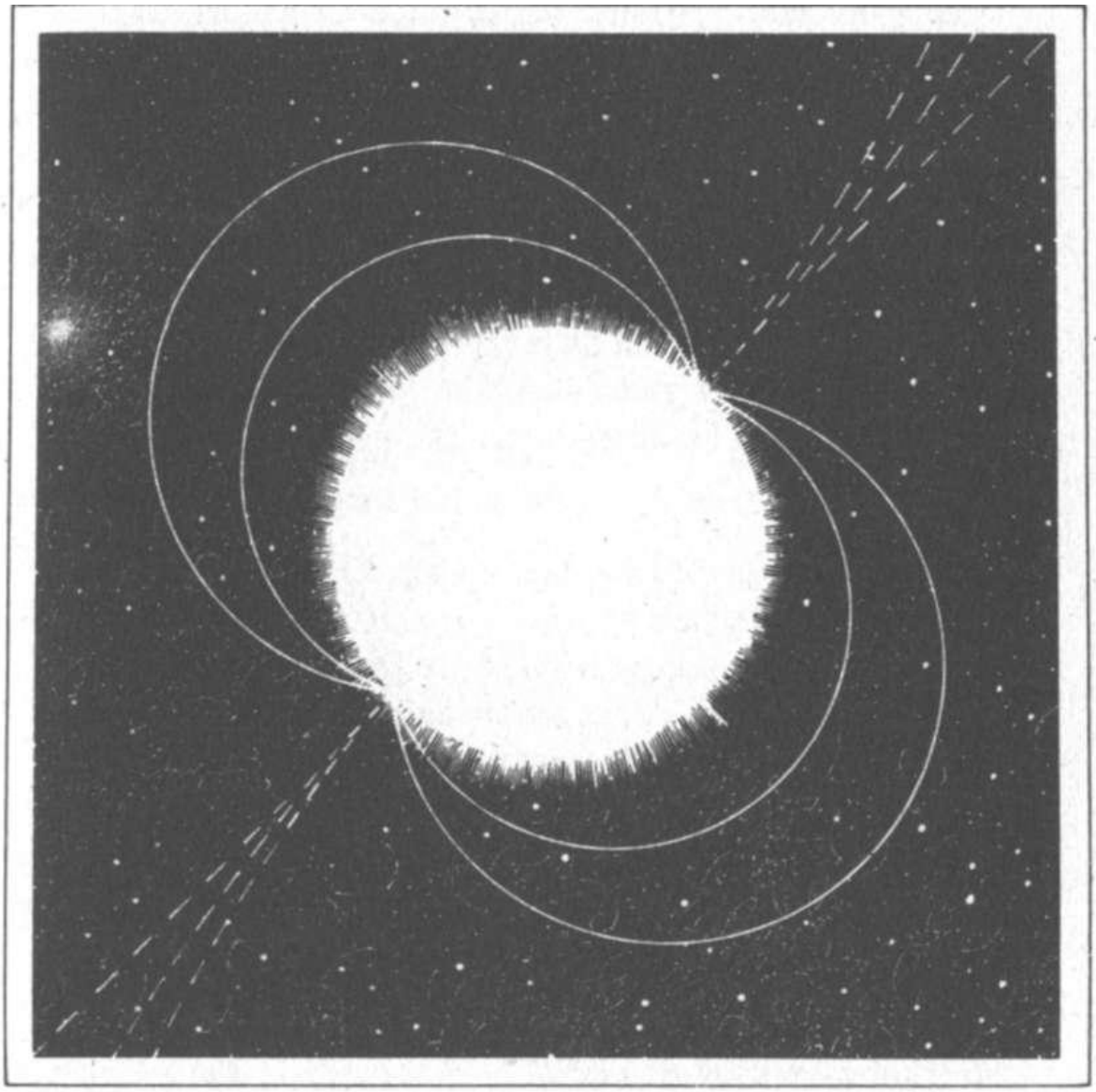
nın bakış açısı çizgisi üzerinden geçebilir ve biz böyle her geçişte mikrodalga fışkırmalarını alırız. Böylece dönen nötron yıldızı nabız gibi atmış olur. Dönüş hızı arttıkça, atarca yıldız da daha hızlı atar.

Burada ışınım kaçan elektronların enerji yitirişiyle ortaya çıktığına göre, tüm elektromanyetik alan boyunca olmalı ve biz de dönen nötron yıldızının mikro dalgalarının yanı sıra ışık titre

şimlerini de almalıyız.

Yengeç bulutsusunun merkezindeki atarca yıldızı görebiliriz.

Bununla birlikte, yıldızın ışığı titreşimli olarak değil, kesiksiz gi-140



Ekseni çevresinde dönen nötron yıldızlar bizim bazen saptayabildiğimiz iki katı akışla mikrodalga çıkışı yaparlar.

bi görünür. Saniyede otuz kez titreşim yapması gerektiği halde bu titreşimleri, saniyede on altı hareketsiz resim karesinin birbiri

ardından geçirilişiyle hareketleri kesiksiz gibi görünen sinema filmi gibi, kesiksiz olarak görürüz.

1969 yılının ocak ayında, Yengeç bulutsusu içindeki atarca yıldız keşfedildikten üç ay sonra verdiği ışık stroposkop aygıtıyla incelendi. (Stroposkop, bir kişinin ya da cismin devinimlerini incelemek için kullanılan ve aralıklı olarak ışık veren aygıttır-

Çeviren). Stroposkopta ışığın, aralıklardan saniyenin yalnızca otuzda biri kadar olan bir sürede geçmesine izin veriliyordu. Bir kez bu yapılıp da yıldızın pek küçük zaman aralıklarıyla fotoğrafları çekilince yıldızda patlamanın olduğu ve olmadığı anlar arasında pek küçük zaman aralıkları bulunduğu saptandı. Yıldız saniyede otuz kez titreşiyordu. Bu bir "optik atarca yıldız'-

dı.

Gökbilimci Gold açıklamalarını şöylece sürdürüyordu: Eğer atarca yıldızları, dönen nötron yıldızlarla tanımlamak doğru ise; o zaman nötron yıldızların sürekli ve kararlı biçimde enerji yitirmeleri, bu nedenle dönüş hızının ağır ağır azalması gerekmektedir. Ve böyle yıldızlarda ışınımın nabız gibi atışı giderek artan aralıklarla gerçekleşmelidir. Burada patlama aralıklarındaki de

ğişme pek küçüktür. Ancak nabız gibi atışlar o denli düzenlidir ki, aşırı derecede minik olan değişmelerin bile ölçülebilmeleri gerekir.

Böylece, Yengeç bulutsusu atarca yıldızı ilk kez 900 yıl önce bir üstnova patlaması sırasında oluştuğunda ekseni çevresinde saniyede 1.000 kez dönüyor olabilirdi. Yıldız enerjisini hızla yitirmiş ve var oluşunun ilk 900 yılında kararmış gibi yitip eksilen enerjisiyle saniyede otuz kez kendi çevresinde dönecek bir hıza düşmüştü. Yıldızın dönüş hızı çok ağır ve giderek daha da ağırlaşan biçimde şimdi de azalıyor olmalıydı.

Thomas Gold'un fikirlerinin doğruluğunu araştırmak için Yengeç bulutsusunun atarca yıldızı dikkatle incelenmiş ve yıldızın dönüş hızının gerçekten azalmakta olduğu saptanmıştır. Yıldızın nabız gibi atışları arasındaki aralık her gün saniyenin 36,48

milyarda biri kadar azalmaktadır. Bu duruma göre atış aralığı 1.200 yıl içinde iki katına çıkacaktır.

Aynı olay titreşim aralıkları Yengeç bulutsusu atarca yıldızından daha fazla olan ve bu nedenle atış aralığı azalma hızı daha düşük düzeydeki atarca yıldızlarda da saptanmıştır. Bu türden ilk keşfedilen ve titreşim aralıkları Yengeç bulutsusu atarca yıl- 1

dizinin kırk katı olan atarca yıldızda, yavaşlama hızı on altı milyon yıl sonra iki katına çıkacaktır.

Bir atarca yıldız dönüş hızını düşürür ve titreşim aralıklarını uzatırken, nabız gibi atışları giderek daha az enerjili olur. Aralıklar dört saniyeyi geçtiğinde, atarca yıldızın tek tek nabız gibi atışları arkasındaki yıldızlı zemine göre kolayca saptanılmaya yetmeyecek kadar .düşük bir yeğinliğe iner. Gene de atarca yıldızlar üç ya da döçt milyon yıl süreyle saptanabilen gök cisimleri olarak kalacaklardır.

Ancak şu anda tanımlamış olduğumuz düzgün atarca yıldız modelleriyle bağdaşamayacak bir buluş daha yapılmıştır. Yukarda değindiğimiz ve son zamanlarda saptanılmış olan, binde bir saniye atarca yıldızlar saniyenin 1/1.000'inden biraz daha uzun sürede kendi ekseni çevresindeki dönüşünü tamamlamaktadır. Bu yüzden çok genç gök cisimleri olmaları gerekir. Oysa, saptanan diğer özellikleri bunları gerçekte pek yaşlı atarca yıldızlar olarak tanımlamaktadır. Üstelik bunların titreşim aralıklarının dikkati çeker biçimde uzadığı saptanamamaktadır.

Bu neden böyledir? Böyle yıldızları bu denli hızla döner durumda tutan nedir? Şu anda, böyle atarca yıldızların yakınla-143

rındaki bir yıldızdan kütle kazanmakta oldukları ve bu şekilde dönüşlerinin ivmelendiği akla en uygun gelen fikir olarak benimsenmektedir.

6
PATLAMA TÜRLERİ

/. ve II. Tipler

1969 yılında bir rastlantı sonucu bulunana değin varlık ve türleri bilinmeyen nötron yıldızlardan saptananların sayısının on beş

yıl içinde 400'e yaklaşması şaşırtıcı ve hatta sevinç vericidir. Ama, burada olaya gene başka bir açıdan bakıp şu soruyu kendimize sorabiliriz: Saptanabilen bu tür yıldız sayısı neden böyle azdır?

Nötron yıldızlarının üstnovaların kaçınılmaz artıkları olduklarını ve üstnovaların da Samanyolu gökadamızda elli yılda bir ortalamasına uyarak patladıklarını varsayalım. Bu durumda gökadamızın on dört milyar beri var olduğunu ve üstnova patlamalarının bütün bu zaman boyunca ortalamaya uygun olarak patladıklarını düşünürsek, üstnova patlamalarının toplam sayısı 280 milyon olacaktı. Bunun anlamı, gökadamızda her 900 yıldıza bir tanesi düşmek üzere, bu denli çok nötron yıldızı saptamayı beklememiz demek olmaz mıydı? Şu halde yineleyelim: Nötron yıldızlarının sayısı neden yalnızca 400 tanedir?

Patlayan Güneşler —F.10

145

Şimdi düşünelim: Eğer nötron yıldızlar yalnızca dört milyon yıl kadar süreyle saptanabilir durumda kalıyorlarsa, Samanyolu gökadasının ne kadar süredir var olduğu önem taşımaz. Bu durumda nötron yıldızlardan büyük çoğunluğu artık saptanama-yacak kadar çok yaşlı olabilirler. Ve yalnızca son dört milyon yıl içinde oluşanları, aygıtlarımızla saptanabilecek denli güçlü ışınım titreşimlerini bize gönderebilirler.

Kendimizi son dört milyon yılla sınırlarsak 80.000 üstnova ile ilgilenmemiz ve bu nedenle Samanyolu gökadasında günümüzde saptanabilecek en çok 80.000 nötron yıldızı bulmuş olmamız gerekmektedir.

Elbette ki, 80.000 üstnovadan yalnızca küçük bir azınlığı Dün-ya'dan görülebilirken büyük çoğunluğu yıldızlararası toz bulutlan tarafından örtülüp gizlenirler. Ancak burada örtülen yalnızca yıldızların ışığıdır. Radyo dalgaları toz bulutlarını kolayca delip geçerler. Bunun anlamı, başlangıçtaki üstnovanın örtülüp optik teleskoplarımızla gözlemlenemediği durumda bile atarca yıldızlar tarafından yayılan mikrodalgaların radyo teleskoplanmız tarafından saptanması demektir.

Ancak mikrodalga yayılmasının bizim yönümüzde olacağını kim söyleyebilir? Bir nötron yıldızının ekseni çevresinde dönüşü sırasında bir daire şeklinde mikrodalga ve diğer ışınımları yaydıkları ama bunların hiçbirinin Dünya'ya değmediklerini söylemek olasıdır. Böyle bir nötron yıldızını, ne denli enerjili olursa olsun günümüz teknikleriyle saptayamayız.

Dört milyon yıl içinde oluşan ve bizim yönümüzde yayılan nötron yıldızlarım düşünürsek, bunların sayısının 1.000 dolayına dü

şebileceklerini söyleyebiliriz. (Oysa, bazı iyimser gökbilimciler daha yüksek sayıları düşünürler).

Ayrıca her bir üstnovanın her zaman bir nötron yıldız oluşturmayacağı gerçeğini de gözönüne almalı ve saptanabilecek nötron yıldızı sayışım daha aşağıya indirmeliyiz. Bu durum, (gereksiz

yere kötümserce kabul olunsa bile) görülecek nötron yıldızı sayısının bulabildiğimiz nötron yıldızı sayısına yaklaşması demektir.

1930'lu yıllarda Zwicky'nin çalışmalarıyla başlayan üstnovaları arama etkinliğiyle gökbilimciler bu tür novaları ışık eğimleri ve diğer özelliklerine bakarak ayırt etmeyi öğrenmişlerdir. Günümüzde genel olarak benimsenen, iki tip üstnova olduğu ve bunların da I. ve II. Tipler olarak adlandırılması şeklindedir.

I. Tip üstnovalar daha ışıklı olanlardır ve bunların parlaklıkları Güneş'in parlaklığının 2,5 milyar katı olmak üzere, 18,6 salt kadire kadar ulaşmaktadır. Eğer böyle bir üstnova, Alfa Erbo

ğa'nın bize olan uzaklığında bulunsa, parlaklığının doruk noktasında Güneş'imizin yaklaşık yedide biri kadar parlaklıkta olacaktı. II. Tip üstnovalar biraz daha sönük olup Güneş'in parlaklığının yalnızca bir milyar katı kadar parlaklıktadır.

İki tip üstnova arasındaki ikinci fark, I. Tip üstnovaların parlaklıklarının doruk noktasına erişip parlaklıkları azalmaya başladığında bu azalma pek düzenli olurken, II. Tip üstnovaların olayı pek düzensiz bir şekilde yaşamalarındadır.

Üstnova tipleri arasındaki üçüncü fark, ışık tayfları incelenerek bulunur. I. Tip üstnovalar hemen hemen tümüyle hidrojenden yoksunken, II. Tip üstnovalar hidrojen yönünden pek zengindirler.

Dördüncü fark, üstnovaların bulundukları yerlerin kıyaslanmasıyla ortaya çıkmaktadır. II. Tip üstnovalar hemen her zaman sarmal

gökadalarda ve üstelik bu gökadaların kollarında yer alırlar. Oysa, I. Tip üstnovalar yer yeğlemesinde çok daha genel bir yayılışa sahiptirler. Sarmal gökadaların yalnızca kollarında de

ğil, merkez kısımları ile eliptik gökadalarda da yer alırlar.

Üstnovaların bulundukları yerler bize hemen önemli bir şeyi anlatır. Eliptik gökadalarda çoğunlukla toz bulunmaz. Bu gö-

kadalardaki yıldızlardan çoğu bizim Güneş'imizden biraz daha büyük olan ve göreceli olarak küçük kütleli sayılan yıldızlardır.

Neredeyse tümü gökadanın yaşıyla yaşıttır. Bu -söylediklerimiz sarmal gökadaların merkez bölgesi için de aynen geçerlidir.

Oysa, sarmal gökadaların kolları toz bulutlarıyla yüklüdür. Ve daha ilerde göreceğimiz gibi, buraları genç ve büyük kütleli yıldızların bulunduğu yerlerdir.

Şv. .aide I. **Tip** üstnovalar, Güneş'in kütlesine denk ya da biraz daha fazla kütleli olan yıldızları işin içine karıştırmaktadır.

Oysa, II. Tip üstnovalar Güneş'in kütlesinden oldukça büyük, hiç değilse üç katı ve bazı hallerde daha fazla kütleli yıldızları ilgilendirmektedir.

Ancak, büyük kütleli yıldızlara daha az rastlanır. I. Tip üstnovaları ilgilendiren göreceli olarak daha küçük yıldızlar, II. Tip üstnovaları işin içine katan büyük kütleli yıldızlara oranla hiç değilse on katı fazladır. Bu durumda kişi, I. Tip üstnovaların II.

Tip üstnovalara oranla on katı sıklıkla görülmesini bekler.

Ama, böyle olmaz! Her iki tip üstnovalar aynı sıklıkla görülür. Bundan çıkaracağımız sonuç, her küçük yıldızın I. Tip üstnova olarak sonuçlanmayacağıdır ki, gerçekte küçük yıldızların ufak bir azınlığı üstnova haline gelir. I. Tip üstnova olmak için gerekli koşullar umduğumuzdan çok daha zorludur. Ortada yalnız kabaca Güneş büyüklüğünde olan değil; ama, hem bu büyüklükte hem de özel tipte bir yıldızın bulunması gerekmektedir.

Bu noktada iki tip üstnoya arasındaki kimyasal farklılıklara dönelim. I. Tip üstnovalar hemen hemen hiç hidrojen **içermez**

ler. Bunun anlamı böyle üstnovaların evrim aşamasının sonunda olmaları demektir. Gerçekte bir yıldızda hidrojen olmaz ama bunun

yerine yıldız karbon, oksijen ve neon yönünden zengin durumda bulunursa kendimize güven duyarak bu yıldızın beyaz cüce olduğunu söyleyebiliriz. Buradan da, I. tip üstnovaların patlayan beyaz cüceleri temsil ettiği sonucunu çıkarabiliriz.

Kendi hallerine bırakıldıklarında, beyaz cüceler patlamazlar.

Çok dengeli ve kararlı durumdadırlar. Ancak, daha önce belirtmiş olduğumuz gibi, beyaz cüceler her zaman kendi hallerine bırakılmazlar. Bazen birbirlerine pek yakın olan bir çiftyıldız sisteminin parçasıdırlar. Bu durumda beyaz cücenin çifti olan yıldız kendi evrimi sırasında kırmızı dev haline gelerek şişer. Eklenti diski halinde dökülen kütlesi periyodik olarak beyaz cücenin kütlesine eklenir.

Daha önce anlattığımız gibi, peryodik olarak beyaz cüceye eklenen kütle, füzyon noktasına erişinceye kadar ısınacak ve yüksek basınç altına girecektir. Bu noktada büyük bir patlama ger

çekleşir, eklenti diski kopup fırlar ve beyaz cüce parlaklığını büyük oranda (ama geçici olarak) artırır. Dünya'dan bir nova olarak görülür. Olay kendisini uzun ya da kısa aralıklarla yineler.

Her nova oluşumu aşamasında, eklenti diskinin kütlesinin bir bölümü beyaz cücenin üzerinde kalır ve böylece beyaz cücenin toplam kütlesi ağır ağır artar.

Ancak beyaz cüce özellikle kütleli bir gök cismi ise, sözgelişi Güneş'imizin kütlesinin 1,3 katı bir kütleye sahipse, bu durumda ne olur? Ya da beyaz cücenin çifti olan yıldız olağandışı kütleli olup olağandışı bir kırmızı dev haline dönerek ortalamadan daha hızla kütlesini beyaz cücenin üzerine dökerse ne olur? Bu iki sorunun yanıtının olumlu biçimde gerçeleşmesi halinde ne gibi bir olayla karşılaşırız?

Böyle durumlarda beyaz cüce oldukça hızlı biçimde kütle kazanarak Güneş'imizin kütlesinin 1,44 katı olan Chandrasekhar'ın limitini

aşacak hale gelir. Bir kez durum böylece ortaya çıkınca, beyaz cüce artık kendisini bu durumunda koruyamaz.

Bunun yerine, çöken beyaz cüce çok hızla basılır ve içerdiği karbon ile oksijen atomu çekirdekleri büyük bir güç altında birbirlerine çarpar. Durum füzyon tepkimesini başlatır. Hızla, o denli büyük enerji üretilir ki sonuçta birkaç hafta içinde ortaya çıkan, bizim Güneş'imizin birkaç milyar yıllık yaşamı süresinde 149

ışınladığı enerji toplamı kadar olur. Kısaca, beyaz cücenin çökmesi ve oluşturduğu füzyon tepkimesi yalnızca bir novayı değil oysa I. Tipte bir üstnovayı meydana getirir.

Böyle bir, I. Tip üstnova patlaması yıldızı parçalar ve geriye hiçbir türden (ne bir beyaz cüce, ne de bir nötron yıldızı şeklinde) çökmüş bir yıldız kalmayabilir. Ortada kalan çalkantı ve genleşme durumundaki toz ile gazlar olabilir. 1572 yılındaki Tycho-nun ve 1604 yılındaki Kepler'in saptadığı novaların her ikisi de büyük olasılıkla I. Tipte üstnovalardır. Her ikisinin yerlerinde de nötron yıldız kalıntısı saptanamamıştı. Saptanabilen yalnızca bulutsu kalıntılarıydı.

II. Tip üstnovalar da yıldız evriminin son aşamasında yer alırlar ama bu aşamaya I. Tipteki üstnovaların geçirdikleri süreçleri geçirerek gelmemişlerdir. II. Tip üstnovalar, kırmızı dev aşamasına erişmiş yıldızlarda gerçekleşir. Ancak olay, hiç değilse Güneş'imizin kütlesinin dört katı olan dev kütleli yıldızlarda meydana gelir. Kuşkusuz yıldızın kütlesi büyüdükçe kırmızı devin kütlesi de büyük olur. > Gerçekten büyük kütleli olan bir kırmızı dev, soğan gibi çeşitli tabakalardan meydana gelmiştir. En dış tabaka şimdi de hidrojen ve helyumdan oluşmaktadır ki bu karışım çoğu kez ana sıralama üzerindeki yıldızları ortaya çıkarır. Dış tabakanın altında karbon, azot, oksijen ve neon gibi daha ağır kütleli atomları içeren ikinci tabaka bulunmaktadır. Üçüncü tabaka sodyum, alüminyum ve magnezyum atomu çekirdeği yönünden zengindir. Dördüncü tabaka ise, bol oranda kükürt, klor, argon ve potasyum atomlarını içerir. Ve

beşinci tabaka olan çekirdek; demir, kobalt ve nikel atomu bakımından zengin durumdadır.

Her iç tabaka, bir dıştaki daha küçük atom çekirdekli tabakanın füzyon tepkimesi sonucu meydana gelmiştir. Yıldız bir kez merkezinde demir, kobalt ve nikelden oluşan çekirdeğini meydana getirince bu aşamanın ötesine gidemez. Bu tür atom çekirdeklerini içine katan herhangi bir ek nükleer değişme, ister da-150

ha karmaşık atom çekirdeğine yönlenen füzyon olayı isterse daha az karmaşık atom çekirdeğine doğru yönlenen füzyon olayı olsun, ortaya enerji çıkarmayacak tersine kendisi enerji absorbe edecektir.

Demir atomlarından oluşan çekirdeği büyüyünce, yıldız öyle bir aşamaya erişir ki, artık bir bütün olarak kendi kendisini genleşmiş durumda tutmaya yeterli enerjiyi çıkaramaz olur. Yıldızın iç tabakaları çok büyük bir değişimi oluşturacak biçimde kü

çülürler ve bu şekilde serbest kalan çekim enerjisi dış tabakaları dışa doğru patlatır ve ek olarak bu tabakalarda füzyon tepkimesini başlatarak daha çok enerjinin çıkmasına neden olur. Çıkan bu enerji yıldızın II. Tipte bir üstnova olarak görülmesini sağlar ve beraberinde enerji absorbe eden nükleer tepkimeleri de getirir.

Böyle bir üstnovanın çökmüş olan çekirdeği büyük olasılıkla kütlesi bir beyaz cüce olabilecek denli küçülmüş olsa bile (patlamadan sonra yıldız dış tabakalarını yitirmiş olduğundan kütlesi küçülmüş olacaktır), büyük olasılıkla bir nötron yıldızını oluşturacaktır. Burada çökme o denli büyük çapta gerçekleşir ki, çekirdek hiç durmadan beyaz cüce aşamasını geçip daha ileri aşama olan nötron yıldızı olma aşamasına varmış olur.

Siyah Delikler

II. Tip üstnova durumunda bile, bir nötron yıldızı oluşması'ka-

çınılmaz değildir.

1939 yılında Amerikalı fizikçi Oppenheimer nötron yıldızları üzerinde kuramsal uygulamalarını sonuçlandırmaya çalışırken, böyle yıldızların kütle artışının olası sonuçlarını inceledi. Doğal olarak kütlesi artarken nötron yıldızın yerçekimi alanının yeğinliği de artar. Yıldızın kütlesi, Güneş'imizin kütlesinin 3,2 katından daha fazla olunca, yerçekimi alam o derdi yeğinleşir ki, atom-151

larında bulunan nötronlar bile alanın başlattığı bu yeğin basınca dayanamazlar. Bu durumda nötronlar çöker ve nötron yıldızı küçülür. Giderek daha yoğun bir hale girer. Bunun anlamı, sonuç olarak minik yıldızın çevresindeki yerçekimi alanının daha yeğinleşmesi ve yıldızın küçülmesinin daha da hızlanması demek olur.

Nötron yıldızı çökmeye başlayınca, küçülmesini durduracak bilinen bir yol bulunmamaktadır. Zamanında fizikçi Oppenheimer'e durum böyle görünüyordu. Şimdi de, bilim adamları olayı böyle görmektedir. Elde edilen tek sonuç, bunun sonsuza dek sürmesi ve yıldızın sıfır hacim ile sonsuz yoğunluğa erişmesi demek oluyordu.

Bunun anlamı bizim giderek daha daha küçük ve daha daha yoğun nötron yıldızlarıyla uğraşıyor durumda olmamız demek değildir. Çünkü küçülme sürdükçe önemli bir değişiklik ortaya çıkar:

Bu değişikliğin doğasını görebilmek için, Dünya'nın üzerinden havaya doğru bir cismin fırlatıldığını düşünelim. Cisim yukarı doğru çıkarken, Dünya'nın yerçekimi alanı bu cismi kararlı bir biçimde aşağı doğru çeker. Sonuçta cismin havaya doğru çıkış hızı kararlı biçimde azalır. Ve cisim sonunda durma noktasına varır; sonra düşmeye başlar.

Eğer, Dünya'nın yerçekimi alanı tüm yukarı çıkış yolu boyunca eşit yeğinlikte olsa, cismin ilk hızı ne denli fazla olursa olsun olay aynen böyle gerçekleşirdi. Sonuç olarak 100 metre, 100 kilometre ya da 100.000 kilometre sonra cismin hızı sıfıra düşer ve cisim düşmeye başlayarak Dünya'ya dönerdi.

Ancak, Dünya'nın yerçekimi alanı yukarı doğru çıkıldıkça eşit yeğinlikte kalmaz. Ve Dünya'nın merkezinden uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak yeğinlik azalır.

Dünya'nın yüzeyinde duran bir cismin Dünya'nın merkezine uzaklığı 6.370 kilometre (ya da 3.950 mil)'dir. Yüzeyden 6.37C

kilometre yukarı çıkıldığında merkezden uzaklık iki katına çık-15?

mış ve Dünya'nın yerçekimi alanının yeğinliği yüzeydekinin dörtte birine inmiş olur. Yükseklik arttıkça yeğinliğin azalması sürer.

Ay'a kadar olan uzaklıkta, Dünya'nın yerçekimi alanının yeğinliği, yüzeyindeki yeğinliğinin 3.500'de biri kadardır.

Bir cisim havaya doğru yeterli hızla fırlatılırsa, cisim yerçekimi alanının yeğinliğine üstün gelir. Yerçekimi alanı cismin hızını ağırlaştırmaya çalışır ama cisim yukarı doğru çıktıkça alanın kendisi o denli hızla yeğinliğini yitirir ki, böyle kararlı biçimde yer

çekimi yeğinliği azalan alan, yukarı -çıkan cismin hızını sıfırla-yamaz. Bu yolla cisim, Dünya'nın yerçekimi alanından kaçabilir ve uzayda sonsuza değin dolaşabilir. Kuşkusuz, bu cisim kütlesi Dünya'nınkinden daha büyük olan (sözgelişi, Güneş gibi) bir başka gök cismi tarafından kendi yerçekimi gücüyle yakalanabilir. Ya da yolu üzerinde bir başka gök cismine çarpabilir veya bir gök cisminin yörüngesine oturabilir.

Dünya'nın ya da herhangi bir gök cisminin yüzeyindeki hareketli bir cismin bulunduğu yerçekimi alanından kaçabildiği hıza *kaçış hızı* denilir. Dünya için bu kaçış hızı saniyede 11,2 kilometre (ya da 6,9 mil)'dir.

Sonuç olarak daha büyük kütleli bir gök cisminin daha yeğin bir yerçekimi olması ve dolayısıyla bunun yenilmesi için daha yüksek bir kaçış hızının bulunması gerekmektedir. Kaçış hızı, sözgelişi Jüpiter

için saniyede 60,5 kilometre (ya da 37,5 mil) ve Güneş için saniyede 617 kilometre (ya da 383 mil) olmalıdır.

Eğer bir yıldız büzülüp küçülürse yüzeyi merkezine yaklaştı

ğından yüzeyindeki yerçekimi, kütlesi değişmemesine karşın, daha yeğinlesin Böylece, gökbilimciler tarafından incelenmiş ilk beyaz cüce olan Akyıldız B'nin kütlesi kabaca Güneş'in kütlesine eşit olmasına karşın, yüzeyi merkezine daha yakın olduğundan yüzeyindeki yerçekimi Güneş'inkinden daha yeğindir. Ve Akyıldız B'nin yüzeyindeki kaçış hızı saniyede 4.900 kilometre (ya da 3.038 mil) dolayına kadar çıkan

153

Bir gök cisminin yüzeyindeki kaçış hızı arttıkça, herhangi bir şey için bu gök cisminden kaçmak güçleşir ve gerçekte böyle bir olasılık giderek azalır.

Son çeyrek yüzyıl içinde imal etmiş olduğumuz roketler Dünya'nın yüzeyindeki yerçekimi alanından kaçmaya yeterli olabilecek denli hızlara erişmişlerdir. Ama, bizim gezegenimizin yerçekimi alanı her nasılsa Jüpiter'inki kadar artmış olsa (bu kişisel olarak bizleri rahatsız etmese bile), günümüzde var olan teknik olanaklar roketlerimizi gökyüzüne göndermeye yeterli olamayacaklardır.

Güneş'in kütlesine eşit kütledeki bir nötron yıldızında kaçış

hızı saniyede 200.000 kilometre (ya da 124.000 mil) dolayındadır. Böyle bir noktada değil bugünün teknolojisi, hemen hemen her şey yetersiz kalacaktır. Bir nötron yıldızının yüzeyinden ka

çabilecek tek objeler ya pek küçük kütleli ya da kütlesi hiç olmayan güçlü enerjili ve yeterli hıza sahip objeler olabilecektir.

Enerji dolu elektronlar, ayni şekilde *neütriruÂaı* ile ışığı ve benzeri ışınımları oluşturan fotonlar nötron yıldızının yüzeyinden

kaçabilecektir.

Bir nötron yıldızı çökerse, yerçekimi yeğinliği sınırsız olarak artışını sürdürür ve dolayısıyla kaçış hızı da artmaya devam eder.

Belli bir noktada kaçış hızı saniyede 300.000 kilometreye (ya da 186.000 mile) erişir. Bu da, boşlukta yayılan ışığın hızıdır ve Almanya'da doğmuş olan bilim adamı Albert Einstein (1879-1955) tarafından akla, havsalaya sığacak en yüksek hız olarak savunulmuştur. Kütlesi olan hiçbir şey bu hıza erişemez. Ve hatta, kütlesiz partiküller böyle bir hızla giderlerken bu hız sınırını aşamazlar.

Bu ifade, çökme aşamasına giren bir nötron yıldızında artık hiçbir şeyin yıldızı bırakıp gidemiyeceği anlamına gelir. (Ancak, pek özel durumlarda ayral olarak meydana gelen sızmalarla burada ilgilenmeyeceğiz). Böyle bir durumda, sonsuzluğa dek uzanan bir kuyuya düşüp çıkamamak akla gelebilir. Böyle bir nöt-154

ron yıldızından ışık bile çıkamaz. Amerikalı fizikçi John Archibald Wheeler (1911-) durumu tanımlamak için *siyah delik* terimini kullanmış ve terim durumu açıklayan ad olarak hemen tutulmuştur.

Şu halde büzülüp küçülen bir üstnova bizim Güneş'imizin kütlesinin 3,2 katı bir kütleye sahipse, parçalanarak beyaz cüce ve nötron yıldızı olma aşamalarını geçip siyah delik durumuna varmış olacaktır.

Böylece II. Tipten bir üstnova çoğu kez bir nötron yıldızı oluşturduğu gibi aynı zamanda siyah bir leke de üretmektedir. Sonuç olarak, nötron yıldızları yalnızca tek bir tip üstnova tarafından oluşturuldukları için, atarca yıldız sayısının her zaman üstnova sayısına göre az oluşu karşısında şaşkınlığa düşmemeliyiz.

Siyah delikler ve nötron yıldızları arasında pratik yönden önemli bir fark bulunmaktadır: Bu da, siyah lekeleri saptamanın hemen hemen olanaksız oluşudur.

Bir nötron yıldızının yaydığı ışınımları yeterince kolay olarak saptayabiliriz. Oysa, siyah delikler ışınım yönünden, sözü edilmeye değer hiçbir şey yaymazlar. Diğer türden gök cisimlerini kolayca saptamaya yarayan sıradan teknikler böylesine yalıtılmış

siyah deliklerin saptanışında iş görmez.

İşte böyle yalıtılmış olan siyah delik yalnızca çekimi bakımından bizi etkilemek üzere yeterli kütleye sahipse, yeterince yakınsa ya da bu koşulların ikisine birden sahipse saptanabilir. Kuramsal olarak gökada içine yayılmış milyonlarca kara delik bulunmaktadır. Bunların kütleleri, sıradan bir yıldızın kütlesi kadar olmasına karşın, bunların çoğunun varlığından haberli de-

ğilizdir.

Bununla birlikte, siyah deliğin kendisinden olmasa bile yakınından ışınım çıkıp yayılabilir. Siyah delik aslında kesinlikle yalıtılmış değildir. Yıldızlararası boşlukta ince atom demetleri ve toz şeklinde olsalar bile her zaman siyah deliğin yakınında birtakım maddeler bulunur. Siyah deliğe yaklaşan maddeler, rast-155

lantıyla gelmiş olsalar bile, siyah deliğin çevresinde eklenti diski şekline girebilirler. Böyle maddeler ağır ağır siyah deliğin çevresinde bir sarmal biçimi oluşturur ve X ışını halinde sinkrotron radyasyonu (ışınımı) yaymaya başlarlar.

Çevresindeki yıldızlararası maddeyle X ışını yayan siyah deli

ğin bu ışınımı o denli az yeğinlikte olur ki, ışınım güçlükle saptanabilse bile bize yararlı bilgi veremez.

Siyah deliğin, büyük bir kaynağın yakınında olduğunu düşünelim. Bu kaynak o denli büyük olsun ki, siyah deliğin çevresinde sarmallar oluşturarak işlem sırasında yeğin bir X ışınımı yapabilsin. Bu durum birbirlerine çok yakın çiftyıldız sistemlerinde, novaları meydana

getiren türden gök cisimlerinde ve hatta çiftyıldızlardan biri beyaz cüce olan I. Tipten üstnovalarda görülebilir.

Çiftyıldız ikilisinden biri siyah delik ise, kuşkusuz bir patlama sorunu olmayacaktır. Siyah delik dışardan gelen maddeleri absorbe ettikçe daha çok kütleli bir hale girecektir. Çünkü, siyah delik için kütle yönünden bir üst sınır bulunmamaktadır. Ancak, siyah delik büyürken üzerine düşen maddelerle sürekli X

ışını radyasyonu meydana gelecektir. Aksi takdirde hiçbir şeyi saptayamayız.

Bu nedenlerle, gökbilimciler X ışını kaynaklarına karşı duydukları ilgiyi yoğunlaştırmışlardır.

1971 yılında X ışını saptayan Uhuru uydusu, Kuğu takımyıldızı içinde güçlü bir X ışını kaynağını saptadı. Kaynağın gücünü düzensiz biçimde değiştirişi nötron yıldızı olması ihtimalini ortadan kaldırıyor ve akla siyah delik olasılığı geliyordu.

Kaynak üzerinde dikkatler yoğunlaştırıldı ve mikrodalga yayımı saptanarak yeri duyarlılıkla belirlendi. Yayımın kaynağı görünür bir yıldızın pek yakınındaydı ve görünen bu yıldız kataloglarda HD-226868 olarak geçiyordu. Bu, pek büyük, kızgın derecede sıcaklıkta, mavimsi renkli ve Güneş'imizinkinden otuz katı dolayında daha fazla kütleli bir yıldızdı. Dikkatle incelendiğin-156

de bunun çiftyıldızlardan biri olduğu ve bir yörünge üzerinde **5**,6 günde bir daire çizerek döndüğü ortaya çıkarıldı. Yörüngenin doğasından çiftyıldızın diğer üyesinin Güneş'in kütlesinden beş ila sekiz katı fazla olan kütlede bir yıldız olduğu anlaşılıyordu.

Burada X ışını kaynağı olan yıldız çok yeğin ışınım yapmasına karşın görünmüyordu. Çünkü, pek küçük boyutta olmalıydı. Kütlesi çok büyük olduğundan bir beyaz cüce ya da nötron yıldızı olabilirdi. Oysa, çıkarılan sonuçlara göre, görünmeyen yıldız siyah delik olarak belirleniyordu.

Ayrıca, HD-226868'in kırmızı dev aşamasına girmek üzere genleştiği sezinleniyordu. Bu nedenle büyük olasılıkla kütlesi, siyah delik olan çiftyıldızı üzerine dökülüyor ve siyah deliğin çevresinde oluşan eklenti diski X ışınları üretmeye başlıyordu.

HD-226868'in çifti olan yıldızın bir siyah delik olduğunu varsayarsak (burada ancak bir varsayım düşünülebilir çünkü, eldeki kanıtlar şimdi de dolaylıdır), bunun kuşku götürmez bir bi

çimde çok eski bir üstnovanın kalıntısı olduğu sonucuna varırız.

Genişleyen Evren

Üstnovalar, hayal edebileceğimizin de ötesinde görkemli patlamalar olmalarına karşın, var olan en büyük patlamalar değillerdir. Tüm çekirdek (ya da merkez) kesimi patlama halindey-miş gibi görünen bazı "etkin gökadalar" bulunmaktadır. Bunlar, daha uzun sürelerle, üstnovalardan çok daha fazla enerji oluştururlar. Ve bizler, bunların ötesine kadar uzanacak düşünceleri sürdürmek zorunluluğundayız.

Yapmamız gereken, oturup üstnovaların bizler üzerinde ne gibi etkiler yaptığını düşünmeye çalışmak olacaktır.

Üstnovaların bizim üzerimize etkileri var mıdır? diye sorabiliriz. Gerçekten üstnovalar bizim üzerimizde etkili midir?

Başlangıçta, pratik anlamda gerçekten etkili değillermiş gibi görünüyorlardı. Yıldızların yalnızca küçük bir kesiri üstnova haline gelip patlıyordu. Ve önceden görülebilir bir gelecekte yakınımızda bu duruma girebilecek herhangi bir yıldızın varlığım bilmiyorduk.

Eğer Güneş'imiz bir gün nova ya da üstnova haline gidebilecek bir yıldız olsaydı, dehşet dolu bir şaşkınlık içinde dikkatimizi bu işlem üzerinde yoğunlaştırırdık. Ama Güneş'imiz güvencelidir. Çünkü, II. Tip bir üstnova olarak patlayacak kadar büyük kütleli bir yıldız olmadığı gibi bir çiftyıldız sisteminin par

çası da değildir. Bu nedenle kesinlikle I. Tip üstnova olarak patlamayacak ve hatta değişiklik olsun diye bir nova haline bile gelmeyecektir.

Gerçekte, üzerinde akıllı yaratıkların yaşadığı gezegen sistemlerinin bulunduğu hiçbir yıldızın nova ya da üstnova haline gitmeye gücü yetmeyeceğini tartışmak olasıdır.

Bir yıldız sonunda II. Tipten bir üstnova oluşturmaya yeterli olacak denli büyük kütleye sahipse, bu yıldızın üzerinde akıllı yaratıkların Oluşması noktasına olanak tamyacak kadar uzun süreyle ana sıralama üzerinde kalmayacağını tartışmak kolaydır.

Diğer yandan, bir yıldız Güneş'imizden daha kütleli olmayıp bir gün bir nova ya da I. Tipten bir üstnova olarak patlamak üzere bir çiftyıldız sistemi içinde yer alıyorsa, bu kez üzerinde yaşamın oluşmasına yeterli olacak kararlılıkta bir gezegen sisteminin çiftyıldızın çevresindeki bir yörüngeye oturması mümkün olamazdı.

Şu halde, nova ve üstnovaların bizimle ilişkileri ne olabilir?

Onların arada bir göğe baktığımızda orada oldukça parlak bir yıldız halinde parıldadığını gördüğümüz, iyiye ya da kötüye yorumlamadığımız ve izlenmelerini kesinlikle gökbilimcilerle bilimkurgu yazarlarına bıraktığımız yıldızlar olduğunu söyleyemez miyiz?

158

Eğer evrenin nasıl şekil aldığı, Güneş ve Dünya'nın nasıl ortaya çıktığı, yaşamın nasıl başladığı ve gelecekte bizi bekleyen tehlikelerin neler olacağı konularıyla hiç ilgilenmezsek, patlayan yıldızlar bütün bunlarda etkili oldukları için, yıldızlarla hiç ilgilenmeme durumunuzu rahatça sürdürebilirdik. Oysa, yukarda saydığımız olayları ve nedenlerini merakla öğrenmeye çalışıyoruz.

Öyleyse başlayalım: Önce, evren biçimini nasıl kazandı?

Çok yakın zamanlara kadar ABD'yi içermek üzere (hepsi de

ğilse bile) çoğu kültür tarafından evrenin pek eski olmayan bir tarihte, çok kısa bir süre içinde doğaüstü bir gücün sihirli bir eylemiyle oluşturulduğu fikri benimseniyordu.

Bizim kendi kültürümüzden gelen fikir, evrenin Tanrı tarafından altı gün ile altı bin yıl kadar süren bir dönem arasındaki süreçte oluşturulduğu merkezindeydi. Elde bu konuda fiziksel bir kanıt bulunmuyor ve inanış yalnızca kutsal kitap İncil'in birinci bölümü olan Yaradılış'taki ifadelere dayanıyordu. Ancak, pek az kişi, bu sorun hakkında kuşkuları varsa bunları ileri sürmeye cesaret edebiliyordu.

Çağdaş gökbilim evrenin dev büyüklükte olduğunu ortaya koydukça ve bilimde yapılan her atılım evrenin daha daha büyük, algılanamayacak denli büyük olduğunu kanıtlandıkça aklı ba

şında bir insan için İncil'in Yaradılış öyküsüne inanmak giderek daha güç ve gerçekte olanaksız hale geliyordu.

Bununla birlikte, yapılan gökbilimsel gözlemlerde de yaradılı

şın açıklanmasıyla doğal bir ilişkinin bulunmadığı görülüyordu.

Fransız gökbilimcisi Pierre Simone de Laplace'ın bulutsu hipotezi, güneş sisteminin yavaşça dönerek devinen toz ve gaz kütlesinden oluşumuna ilişkin üzerinde durulması gerekli ve ilginç olan bir kuram getirmişti. Ancak uzaydaki toz ve gazlar nereden geliyorlardı?

Belki de gökadada bulunan tüm yıldızlar bu kurama uygun biçimde oluşmuşlardı. Bu yüzden, başlangıçta gökada büyüklü-

günde bir toz ve gaz bulutu bulunuyordu. Bulut daha sonra milyarlarca yıldız ile gezegen sistemlerine dönüşmüştü. Daha sonraki tarihler olan 1920'li yıllarda gökyüzünde sayısız gökadanın bulunduğu anlaşılınca başlangıçta böyle sayısız toz ve gaz bulutunun bulunması gerektiği de sezinlendi. Bütün bu gaz ve toz bulutları nereden gelmişlerdi? Her şeye gücü yeter doğaüstü bir varlığa başvurmadan böyle milyarlarca parsek çapında olan evreni dolduran dev toz ve gaz bulutu kütlelerinin nereden gelmiş

oldukları nasıl açıklanabilirdi?

Ancak, 1910 yılında sorunun çözümü ile ilgili olmaksızın yapılan gözlemler, sonuçta sorun üzerindeki düşüncelerimizde devrim yapacak şekilde sona erdiler.

Olay, Amerikalı gökbilimci Vesto Melvin Slipher'in (1875-1969) Andromeda gökadasının tayfını 1912 yılında elde edişiyle başladı (O sıralarda Andromeda'mn bir gökada olduğu henüz anla

şılmamış bulunuyordu). Elde edilen tayftan Melvin Slipher, Andromeda gökadasının bize saniyede 200 kilometre (ya da 124 mil) hızla yaklaştığı sonucunu çıkarmıştı.

Bu sonucu gökbilimci Slipher tayftaki koyu renkli çizgilerin normal pozisyonlarından tayfın mor ucuna doğru kaymasını saptayarak elde etmişti. Kaymaların yönüne bakarak Andromeda gökadasının bize yaklaştığını söyleyebiliyor ve çizgilerin kayma miktarına bakarak gökadanın yaklaşma hızını hesaplayabiliyordu. Slipher'in yaptığı bu uygulama ilk kez 1842 yılında Avusturyalı fizikçi Johann Christian Doppler'in (1803-1853) koydu

ğu ilkelere uyuyordu.

"Dopler olayı" ilk kez ses dalgalarına uygulanmıştı. Ama, Fransız fizikçisi Armand H.L. Fizeau (1819-1896) ilkenin ışık dalgalarına uygulanabileceğini de 1848 yılında göstermiş bulunuyordu. Böylece "Dopler-Fizeau olayı" ile, ister bir mum ister bir yıldız olsun, herhangi ışık yayan bir cismin tayf çizgilerinin mora doğru kayışında ışık kaynağının bize doğru yaklaştığı, kırmı-

zıya doğru kayışında ışık kaynağının bizden uzaklaştığı belirgin şekilde ortaya çıkıyordu.

Bu ilkeyi ilk kez 1868 yılında bir yıldıza uygulayan İngiliz gökbilimcisi William Huggins oldu. Huggins, Akyıldız'ın tayfında

"kırmızıya doğru" küçük bir kayışı saptadı ve bu nedenle yıldızın bizden uzaklaştığını kanıtladı. İzleyen yıllarda diğer yıldızlara da aynı ilke uygulanıyor ve saniyede 100 kilometreye (ya da 62 mile) varan hızlarda olmak üzere yıldızların bazısının bize yaklaştığını diğerlerinin de uzaklaştığı saptanıyordu.

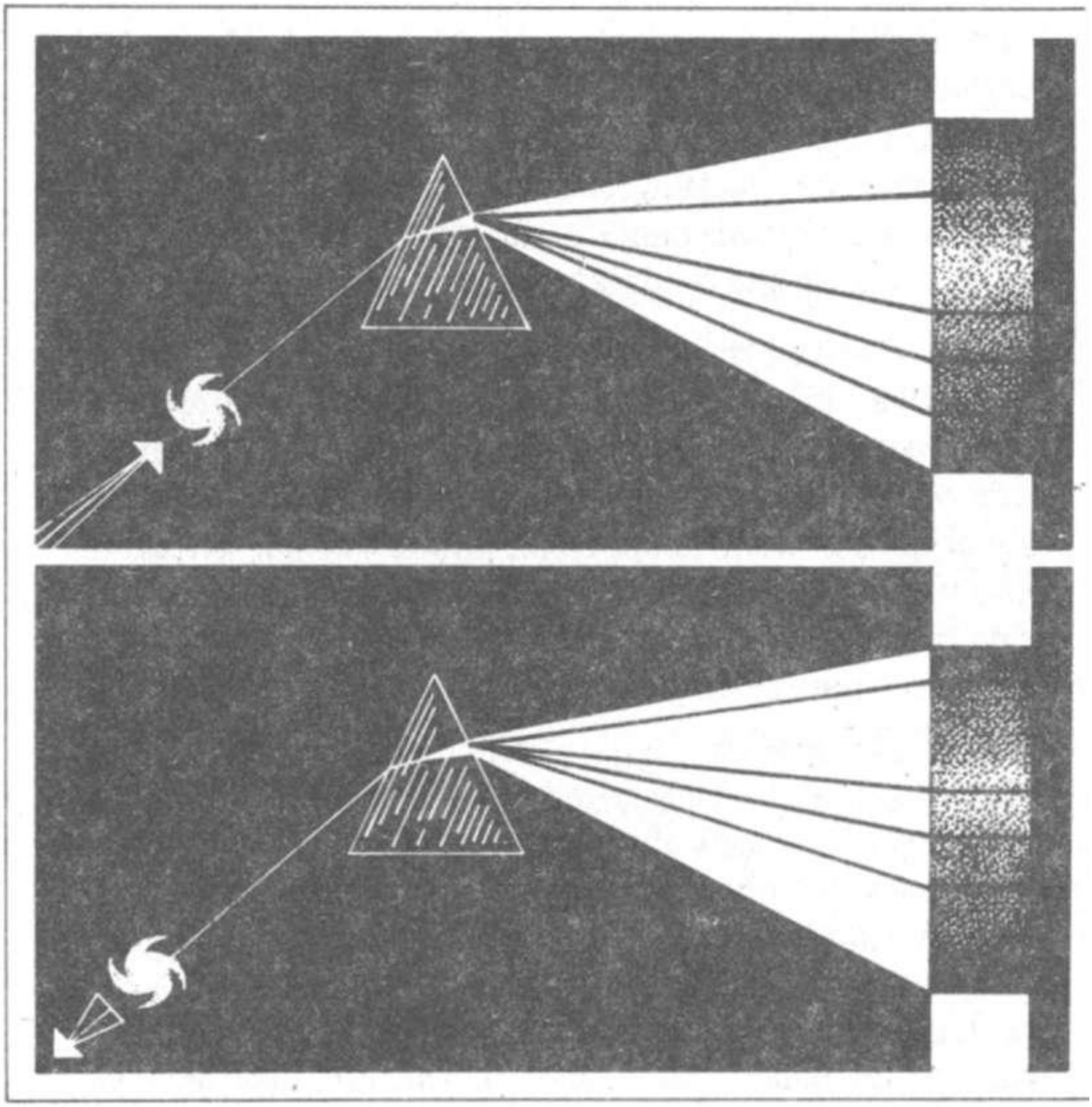
Dopler-Fizeau olayının özellikle yararlı bir yönü bulunuyordu. Eğer kişi, bir yıldızın özel devinimini ölçmeyi isterse (bu devinim, yıldızın bakış hattı boyunca olan hareketidir), başarı yalnızca yıldız bize oldukça yakınsa elde edilebiliyordu. Sonuç, pek az yıldızın özel deviniminin ölçülebilmesi şeklinde gerçekleşti.

Diğer yandan herhangi bir yıldızın radyal deviniminin (bize doğru ya da bizden uzaklaşan hareketinin) Dopler-Fizeau olayı ile incelenmesi, yıldız ne denli uzak olursa olsun, bize yeterince parlak bir tayf sağlıyordu.

Bu şekilde, Andromeda gökadasının tayft elde edilip fotoğrafı çekilir çekilmez artık gökadanın bizden 700.000 parsek uzaklıkta oluşu sorun olmaktan çıkıyordu (kuşkusuz bu sırada gökbilimci Vesto Melvin Slipher, gökadanın uzaklığına ilişkin hiçbir fikre sahip değildi). Dopler-Fizeau olayı yakındaki bir muma olduğu gibi Akyıldız'a da uygulanabiliyordu. Andromeda gökadasının tayfındaki "mora kayış" gökadanın yaklaştığını gösteriyordu. Ve şaşırtıcı değildi. Yaklaşım hızı biraz yüksekti. Çünkü bize yaklaşan ya da bizden uzaklaşan hiçbir yıldızın bu hızı böylesine yüksek değildi. Ama, daha sonra

görüleceği gibi, Andromeda gökadasının hızı gene de tümüyle ayrallık oluşturacak oranda yüksek oranda gerçekleşmiyordu.

Daha sonra, Slipher diğer on dört gökadanın (bilim adamı **Patlayan Güneşler —F.11**



Bir yıldızın özel deviniminin uygun şekilde yapılan analizi, onun bize yaklaştığını ya da uzaklaştığını ve bu devinimin ne denli hızla olduğunu açıklar.

bunların birer bulutsu olduklarını düşünüyordu) tayflarını incelemeyi sürdürdü ve içlerinden yalnızca birinin, Andromeda gibi, bize yaklaştığını saptadı. Tüm diğerleri, dikkati çeker biçimde saniyede 200 kilometreyi (ya da 124 mili) *geçen* hızlarda olmak üzere, bizden uzaklaşıyorlardı.

Bu gerçekten şaşırtıcı bir durumdu; oysa, ele alınan sorunlar giderek daha tia şaşırtıcı oluyorlardı.

1920'li yıllarda, beyaz bulutsuların diğer gökadalar olduğu anlaşıldığı dönemde, Amerikalı gökbilimci Milton La Salle Huma-son (1891-1972), ünlü gökbilimci Hubble ile birlikte çalışarak yüzlerce gökadanın tayflarının fotoğraflarını çekmeye başladı. İki bilim adamının bütün bu tayflarda saptadıkları, ayrallık olmaksızın hep kırmızı uca doğru kayış durumuydu: Bütün bu gökadalar bizden uzaklaşıyorlardı.

Üstelik, daha sönük görünen (ve bu yüzden belki de daha uzakta olan) gökadalarda kırmızıya kayma ve dolayısıyla bizden uzaklaşmanın daha hızlı olduğu anlaşılıyordu. 1919 yılına gelindiğinde Edwin Powell Hubble olayı açıklayan kuralı koydu. Ve bu kural, o günlerden beri "Hubble yasası" olarak anıldı. Kural, uzaklaşma hızının gökadanın uzaklığı ile orantılı olduğunu belirliyordu. Bir gökada diğerinden beş katı uzaklıkta ise, birinci gökada ötekinin beş katı olan bir hızla uzaklaşmaktaydı.

. Hubble yasası tümüyle gözlemlere, kırmızıya kayışın ölçülmesine dayanıyordu. Böyle gözlemlerin yapılmaya başladığı sıralarda soruna ilişkin kuramsal fikirlerde de bir ilerleme görülüyordu.

1916yılında, Albert Einstein ilk kez Isaac Newton'un yerçekimine ilişkin görüşlerini geliştiren Genel Görecelik Kuramı'nı bilim dünyasına sundu. Kuram, evreni bir bütün olarak betimlemekte kullanılacak bir dizi "alan denklemi"ni içermekteydi.

Einstein, bir bütün olarak ele alman ve hiçbir değişiklik göstermeyen bir "statik evren"i açıklamak üzere alan denklemlerini düşünmüştü. Oysa, 1917 yılında Hollandalı gökbilimci Wil-163

lern De Sitter (1872-1934), evrenin kararlı bir biçimde genişlemekte olduğunu göstermek üzere alan denklemlerinin yorumlanabileceğini öne sürdü. Sitter'in ileri sürmüş olduğu "genişleyen evren" görüşü hemen pek çok taraftar buldu ve Einstein de bu fikrin yandaşları arasına katıldı.

Büyük Patlama

Eğer evren gerçekten genişliyorsa, her bir günde bir önceki günden daha büyümüş olmalıdır. Oysa, bir sinema filminin geriye sarılışı gibi, kendimizi zaman içinde geriye gidiyormuş gibi varsayarsak, evrenin her bir gün içinde bir önceki günden daha kü

çük olması gerektiğini görebileceğiz.

Evren ileriye doğru sonsuz bir süre içinde genişleyebilir. Ve onun genişlemesinin gerçek bir sonu kesinlikle olmayabilir. Evren geriye doğru sonsuz bir süre büzülüp küçülemez. Çünkü, büzülüp küçülen evrenin sonunda artık küçülemeyeceği bir sıfır noktasına gelmiş olması gerekir. Böyle bir sıfır noktası ise, evrenin başlangıcı olmalıdır.

Bu açıklamayı ilk kez 1922 yılında yapan Rus matematikçisi Alexander Alexandrovich Friedman (1888-1925) oldu. Friedman genişleyen evren açıklamasını matematiksel çözümlemelere dayayarak yapmıştı. Ama, bu çalışmasından hemen sonra öldüğü için bir sonuca bağlayamamıştı.

Oysa, 1927 yılında benzeri çalışmaları tümüyle bağımsız olarak yürüten Belçikalı gökbilimci Georges Edouard Lemaître (1894-1966) açıklamalarını bir sonuca bağlayabildi. Lemaître, evreni başlangıçta küçük bir hacme sıkışmış bir madde olarak dü

şünüyor ve bunu "kozmik yumurta" olarak adlandırıyordu.

(Kozmik sözcüğü evrensel anlamına geldiğinden, "evrensel yumurta" da diyebiliriz-CevirenL

164

Gökbilimci Hubble, 1929 yılında kendi adıyla anılan yasayı koyduğunda ve buna temel olan gözlemlerini betimlediğinde, yasanın genişleyen evren düşüncesine tümüyle uyacağı açıkça ortaya çıkıyordu. Tüm gökadaların bizden giderek artan hızla uzaklaşmaları çevremizle ve gökadamızla ilgili başka hiçbir özel şeyin göstergesi olamazlar. Genişleyen bir evren, tüm gökadaların birbirlerinden uzaklaşmaları demektir. Yalmaea bizimkinden de

ğil, herhangi bir gökadadan baksak Hubble' in yasasının doğru olduğunu görürdük.

Elbette ki, Andromeda gökadası ile diğer birkaç yakın gökada bize yaklaşmaktadır. Ancak bu gökadalar, "yerel grup"un birer bölümüdür. Grup bizim gökadamız olan Samanyolu ile Andromeda gökadasını içermek üzere bir gökadalar kümesidir.

Bu gökadalar birbirlerine yerçekimiyle bağlıdır ve ortak bir çekim merkezi çevresinde, belli bir zamanda, bazıları yaklaşmak diğerleri de uzaklaşmak üzere devinirler.

Şu halde, genişleyen evren denince her bireysel gökadanın di

ğer tüm gökadalardan uzaklaşması değil, ama her bir *gökada kümesinin* diğer tüm gökada kümelerinden uzaklaşması anlaşılacaktır. Evrenin yapısını oluşturan öncelikle gökada kümeleridir.

Kozmik yumurtanın genişlemesi tasarımı Rus-Amerikalı fizikçi George Gamov (1904-1968) tarafından ele alınmış ve halkın anlayabileceği bir şekilde basite indirgenerek açıklanmıştır. Gamov olaydaki ilk genişlemeye *büyük patlama* demiş ve bu ad hemen tutularak günümüze değin kullanılagelmiştir. Bu patlama, evrenimizdeki havsalaya sığar en büyük patlama olup herhangi bir üstnova patlamasından çok daha büyük oranda gerçekleşmiştir.

George Gamov büyük patlamaya eşlik eden radyasyonun şu anda alçak yeğinlikte bir mikrodalga halinde olsa bile evrende bazı hesaplanabilir özelliklerle saptanabilir durumda bulunması gerektiğini ileri sürüyordu.

165

Bu varsayımı geliştirmek üzere Amerikalı fizikçi Robert Henry Dicke (1916-) bazı çalışmalar yaptı. Daha sonra 1964 yılında Alman-Amerikalı fizikçi Arno Allan Penzias (1933-) ile çalışma arkadaşı Amerikalı gökbilimci Robert Woodrow Wilson (1936-) birlikte çalışarak "geri plandaki mikrodalga radyasyonumu saptadılar ve bu ışınımın Gamov ile Dicke'nin öngörülerine uyduğum? gördüler.

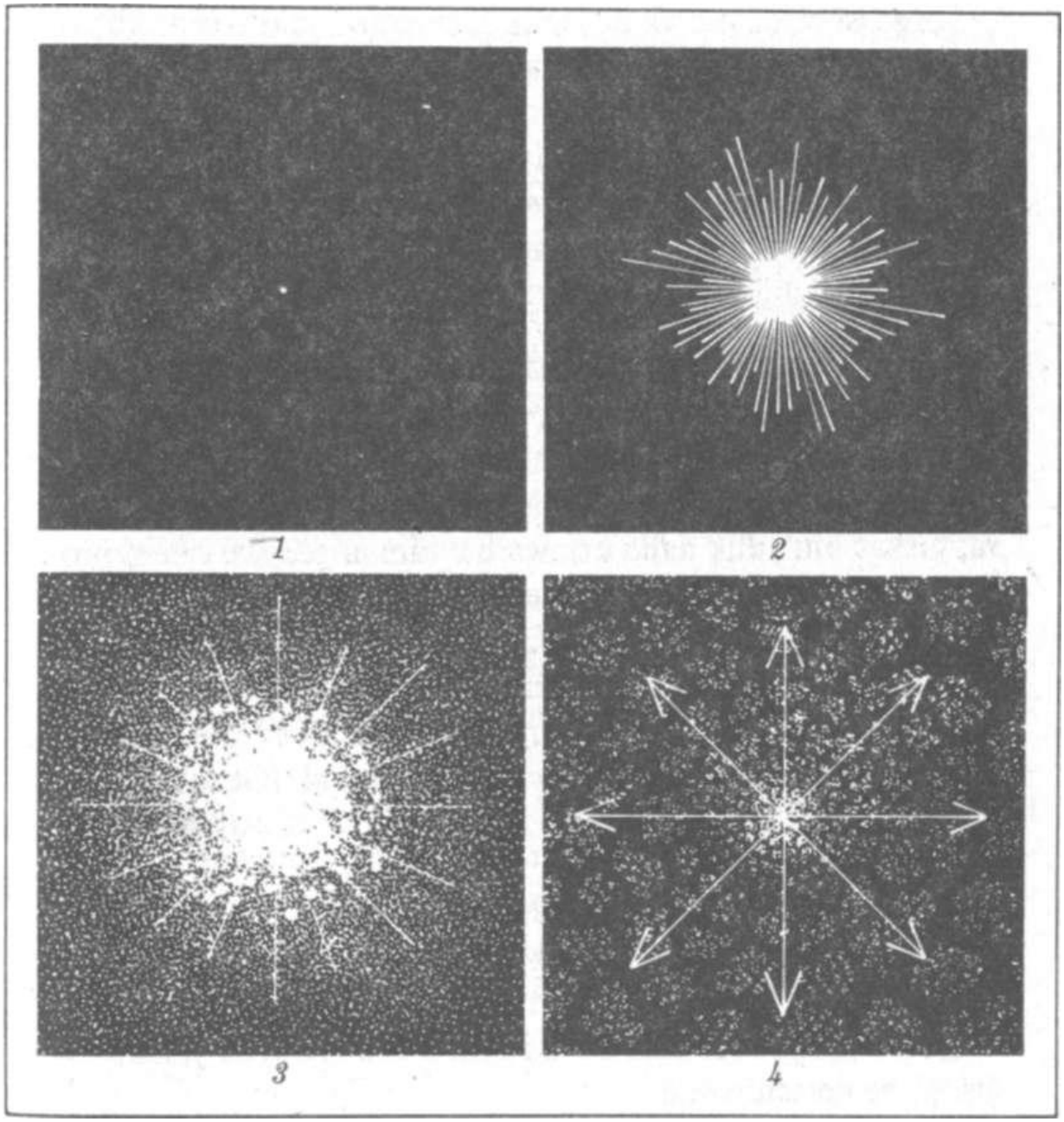
Gökbilimciler bu buluş üzerine büyük patlamanın gerçekleşmiş olduğunu kabul etmeye başladılar. Günümüzde ortak olarak benimsenen, evrenin on beş milyar yıl kadar süre önce pek küçük bir obje olarak başlamış olduğu yolundadır. Buradaki tam süre tartışmalıdır. Ancak on milyar yıldan az süre daha zayıf olasılıkla düşünülmekteyken sürenin yirmi milyar yılı aşkın olması olası görülmektedir.

Evrenin başlangıçta çok küçük bir obje iken daha sonra ağır ağır evrim geçirerek bugün var olan büyük ve çeşitli gökada kümelerini oluşturduğu fikri, evrenin her nasılsa bugünkü şekliyle oluştuğu fikrine üstün gelmektedir. Bununla birlikte, evrenin pek küçük bir obje olan başlangıçtaki biçimini nasıl oluşturduğu şimdi de akıllarda bir soru olarak kalmaktadır. Yoksa bu noktada doğaüstü güçlerden gelen bir köken fikrine başvurmamız mı gerekmektedir?

Fizikçiler şimdi evrenin başlangıçtaki minik halinin rasgele işlemler sonucu yoktan var olduğu fikri üzerinde çalışıyorlar: Bu fikre göre, sonsuz küçük hacimdeki yokluktan sürekli olarak bi

çimlenen sonsuz sayıda böyle minik ilk-evrenler bulunabilir ve böyle sayısız evrenlerden birinde yaşıyor olabiliriz.

Ancak fizikçiler çoğunlukla evreni geriye doğru, büyük patlamaya kadar izleyip sorunu orada bırakmaktan hoşnut görünüyorlar. Bu dev olayın ilk aşamaları ile büyük patlamadan evrenin bugünkü durumuna kadar nasıl eriştiğinin açıklanması yolunda oldukça yoğun duraksamalar bulunmaktadır. Evrenin ev-166



"Büyük patlama" akla sığacak en büyük, dev bir patlamadır ve saniyenin pek küçük bir keskinde evreni bugünkü büyüklüğüyle

oluşturmuş olabilir.

nmının ilk aşamaları konusundaki tartışmalar şimdi de sürmektedir.

Sözgelişi ortak olarak düşünülen, evrenin son derecede küçük ve sonsuz derecede sıcak olarak başladığı, ancak saniyenin dü

şünülemeyecek kadar küçük bir kesiri olan kısa süre içinde yeterince soğuyarak maddeyi meydana getiren çok küçük partikülleri özellikle *kuark'laıı* oluşturduğu şeklindedir. *(Kuark;* fizikte maddenin aslı olduğu varsayılan ve kısmen elektrik yüklü olan üç tür partikülden her biridir-Çeviren).

Olaydan sonra daha uzunca bir zaman örneğin, saniyenin 1/10.000'i kadar süre geçince evren, kuarkların üçünün bir araya gelip proton ve nötronlar halinde atom altı partikülleri oluşturmalarına yeterli olacak kadar büyümüş ve soğumuştur. Sonra, birkaç bin yıllık daha uzunca bir zaman geçince evren, proton ve nötronların atom çekirdeğini oluşturmalarına yeterli olacak kadar soğumuş ve atom çekirdekleri elektronları çekerek bozulmamış atomları meydana getirmişlerdir. Ve gene, daha uzun, hiç değilse 100 milyon yıllık bir aradan sonra yıldızlar ve gökadalar çağdaş evreni oluşturmaya başlamışlardır. (Gene de bu evren, günümüz standartlarına göre pek küçük olarak gerçekleşmiştir).

Büyük patlama fikri üzerindeki geliştirmeler 1970'li yıllarda yapılmış ve yeni kuram "Zonklayan evren" olarak adlandırılmıştır. Burada ilk genişlemenin gerçekten çok kısa zaman içinde gerçekleştiği ve evrenin evrimi ayrıntılarının birçok yoldan de

ğiştiği benimseniyordu.

Ancak evrenin hemen hemen kesinlikle proton, nötron ve elektronlardan oluşan normal maddelerle meydana gelişi gerçeğiyle ortaya bir sorun çıkıyordu. Öyle görünüyordu ki, sayılan bu partiküller

karşıtları olan *antiproton, antinötron* ve *antielektron-lar aynı anda var olmazlarsa oluşamayacaklardı. Son sayılan grup antimadde'yi oluşturmak üzere birleşiyor ve öyle görünüyor ki,* ***168***

evrenin eşit sayıda madde ve antimadde içermesi gerekiyordu.

Oysa, bu böyle değildir. Evren tümüyle maddelerden oluşmaktadır.

(Ve böyle olması iyi bir şeydir. Çünkü, evren eşit sayıda madde ve antimaddeden oluşursa bunlar birleşir birleşmez birbirlerini yok edecek ve geriye yalnızca radyasyon bırakacaklardı. Bu şekilde evren var olamayacaktı).

Bu konuda "Büyük Birleşik Kuramlar" adı verilen yeni kuramlar üzerinde çalışılmakta ve büyük patlamayı izleyen ilk anlardaki pek yüksek sıcaklıkta maddenin ne olacağı araştırılmaktadır. Kuramlar, maddenin oluşumunda küçük bir asimetri olacağı tezine eğilimlidir. Bu teze göre, sıradan objeler maddenin antimaddeye milyarda bir fazlalığı ile oluşmuştur. Böylece madde ve antimadde birleşip birbirlerini yok ederlerken milyarda bir madde geriye kalmış ve bundan evrenin gökadaları meydana gelmiştir.

Büyük patlamayı işin içine karıştıran bir diğer sorun da, evrenin "yumru"luğunda bulunmaktadır. Büyük patlama küresel olarak simetrik biçimde gerçekleşmiş olmalıydı. Bu da, genişlemenin her yöne eşit olarak gerçekleşmesi demektir. Bu durumda evren her yöne düzgün olarak yayılmış atom kütlesini, bir tür tekdüze gazı içermiş oluyordu. Ancak böyle bir gaz kütlesini, yıldızları ve gökadaları oluşturmak üzere bir araya getirip sıkıştıran ne olmuştur?

Şişen evren fikri evrenin yumruluğunu da açıklayacak gibi görünmektedir. Ve zaman gelecek, tüm doğal yaratılış kavramları tümüyle süprülüp atılacaktır.

7
ELEMENTLER

Evrenin Yapısı

Büyük patlamayı izleyen erken dönemde minik ama çok kızgın sıcaklıkta olan evrenin genişlediği ve yeterince soğuyarak atom çekirdeklerini oluşturmak üzere proton ve nötronların birleşmelerine izin verdiği inanılır bir gerçek gibi görünmektedir. Ama burada hangi çekirdek, ne gibi oranlarla birleşerek oluşmuştur?

Bu soru, kozmogoni (evrenin kökenini inceleyen bilim dalı-

Çeviren) ile ilgilenen bilim adamları için ilginç bir problemi oluşturur. Ve sonuç olarak bizim de geriye dönüp yeniden nova ve üstnovalarla ilgilenmemize yol açar. Şu halde, izin verin de olayı ayrıntısıyla inceleyelim.

Atom çekirdeği çeşitli sayılarda proton ve nötronlarla oluşur.

Bu çeşitlilik içinde atomları çekirdeklerinde bulunan proton sayısına göre sınıflandırmak akılcı bir yoldur. Bu şekilde numaralama, bir ile yüzü aşkın bir sayı dizisi içinde yer alır.

Her bir protonun elektrik yükü + l'dir. Çekirdekte bulunan diğer partiküller nötronlardır ve bunların elektrik yükü yoktur.

Atom çekirdeğinin tüm yükü bu nedenle içerdiği proton sayısına eşittir. Bir proton içeren çekirdek +1 yüke; iki proton içeren

+ 2 yüke; on beş proton içeren +15 yüke sahip olur ve böylece sürer. Ele alınmış olan herhangi bir atom çekirdeğinde elektrik yükünü ifade eden bu sayıya atom numarası adı verilir.

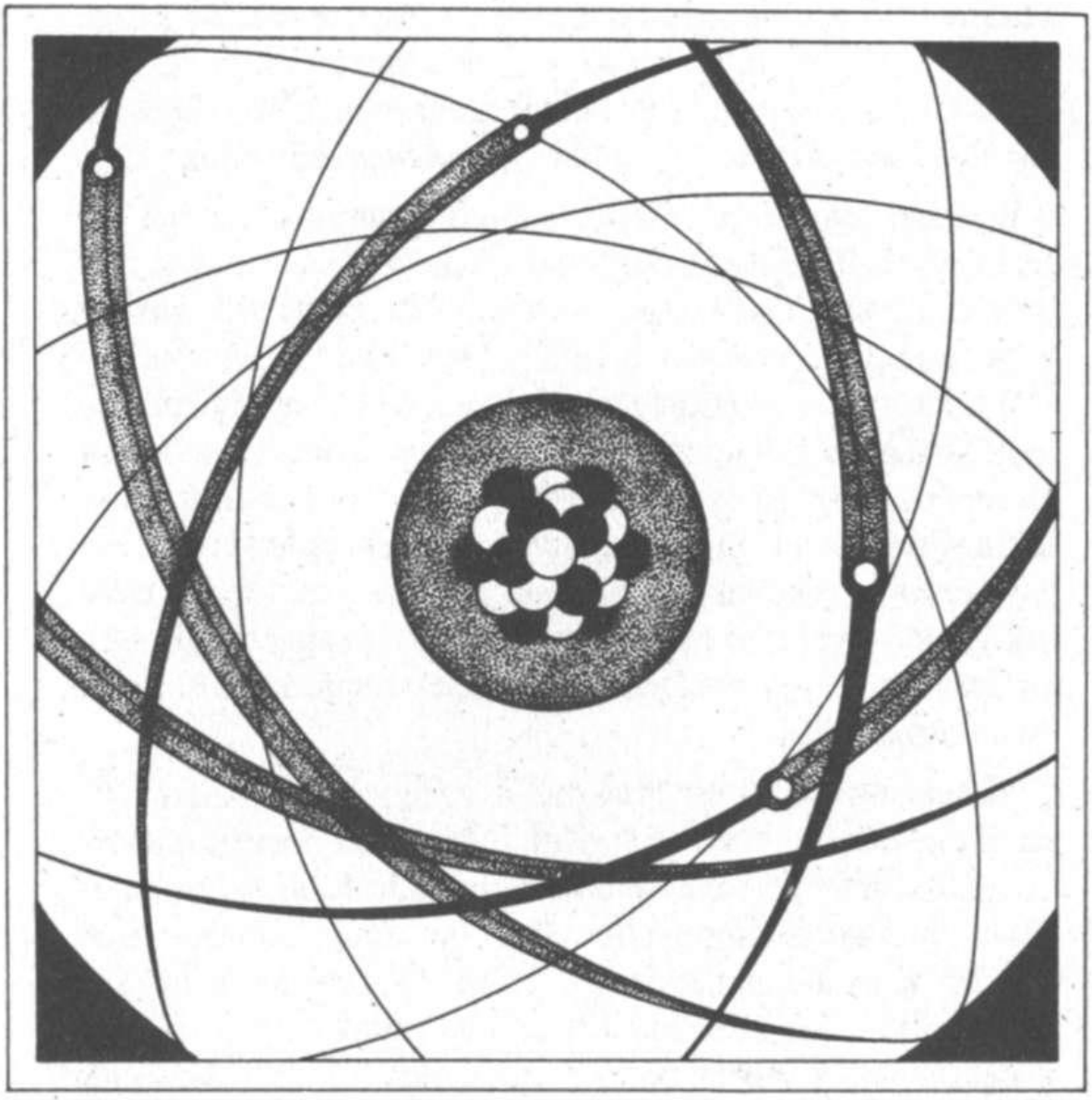
Başlangıçtan itibaren evren soğumasını sürdürdükçe her bir çekirdeğin belli sayılarda elektronu kapmaya gücü yetmiştir. Her bir elektronun elektrik yükü —l'dir. Ve karşıt elektrik yükleri birbirlerini çekeceklerinden negatif yükle yüklenmiş elektron, pozitif yükle yüklenmiş çekirdeğin yakınında bulunmaya eğilim gösterir. Sıradan koşullar altında yalıtılmış bir çekirdek tarafından tutulan elektronların sayısı çekirdekte bulunan proton sayısına eşittir. Çekirdekteki rjroton sayısının çevredeki elektron sayısına eşit oluşuyla, çekirdek ve çevredeki elektronların toplam elektrik yükü sıfır olur ve bu bileşim atomu nötr yapar. Böyle nötr bir atomda hem protonların hem de elektronların sayısı atom numarasına eşittir.

Tamamı özdeş, tek bir atom numarası içeren atomlardan olu

şan bir madde elementWx. Sözgelişi, hidrojen bir elementtir. Çünkü, çekirdeği bir protonu içeren ve çevresinde de bir elektron bulunan atomlardan oluşmuştur. Böyle bir atom, "hidrojen atomu"dur ve bu atomun çekirdeği de "hidrojen çekirdeği"dir. Sonuç olarak, hidrojen'in atom numarası l'dir.

Benzer olarak helyum ikişer protonu olan helyum çekirdeğini içeren atomlardan oluşmuştur ve bu yüzden helyum'un atom numarası 2'dir. Aynı şekilde lityum'un atom numarası 3, berilyumun 4, bor'un 5, karbon'un 6, azot'un 7, oksijen'in 8'dir. Ve bu liste böylece sürer.

Dünya atmosferinden, okyanuslardan ya da topraktan alınmış maddelerin kimyasal analiz için elimizde hazır olduklarını düşünürsek, bunların içinde kararlı seksen bir elementin oldu-171



Proton ve nötronlar atomun merkezindeki çekirdek içinde sıkışmış ve

elektronlar çevrede yer almışlardır. Buradaki şematik bir resimdir. Atomun gerçek görüntüsü çizilemez çünkü o bizim

şimdiye değin tanışı olduğumuz hiçbir şeye benzememektedir.

ğunu buluruz. Yani, seksen bir tür element kendi kendilerine bırakıldıklarında sonsuz sürede hiçbir değişiklik göstermeyeceklerdir.

Dünya üzerindeki en az karmaşık olan atom (gerçekte evrendeki tüm atomların en az karmaşığı da odur), atom numarası 1 olan hidrojen'atomudur. Sonra, Dünya üzerindeki kararlı ve en karmaşık olan atomlara varmak üzere 2, 3, 4,... numaralı atomlara doğru çıkabiliriz. Bizmut elementinin atom numarası 83'tür ve bu şekilde her bir bizmut atom çekirdeği seksen üç protonu içermektedir.

Seksen bir tür kararlı element bulunduğundan atom numaralarını kapsayan listede 1 atom numaraları hidrojen'den 83 atom numaralı bizmut'a kadar iki atom numarasının atlanması gerekir ki bu doğrudur. Kırk üç protonu içeren atom ile altmış bir protonu içeren atomlar kararlı değillerdir. Bu nedenle atom numaraları 43 ve 61 olan elementler kimyacıların analiz ettikleri doğal maddeler arasında bulunmazlar.

Bu ifadenin anlamı 43 ve 61 atom numaralı elementler ile atom numaraları 83'ün üzerinde olan elementlerin geçici olarak var olamayacakları demek değildir. Bu atomlar kararlı değillerdir.

Bu nedenle er ya da geç, bir ya da daha çok aşamada bu tür atomlar kararlı olan atomlara bölüneceklerdir. Bölünme olayının hemen gerçekleşmesi gerekmez ve hatta çok uzun zamanda olabilir. Atom numarası 90 -olan toryum ile atom numarası 92 olan uranyum'un, atom numarası 82 olan ve kararlı özellikler taşıyan kurşun atomuna önemli miktarlarda bölünmesi milyarlarca yıllık sürede gerçekleşmektedir.

Gerçekte, var olduğu tüm o milyarlarca yıllık süre boyunca Dünya'nın yapısında başlangıçta bulunan toryum ile uranyumun yalnızca bir bölümü parçalanabilmiştir. Başlangıçta var olan toryum'un yüzde 80 kadarı ile gene başlangıçta var olan uranyum'un yüzde 50 kadarı

parçalanmaktan kurtulup şu anda her iki element Dünya yüzeyinde kayalar halinde bulunmaktadır.

173

Seksen bir kararlı element (artı toryum ile uranyum) Dünyanın "kabuk" (yüzey tabakası) kesiminde önemli oranlarda bulunmalarına karşın, bu elementler hiçbir şekilde eşit dağılmazlar. En çok bulunan elementler atom numarası 8 olan oksijen, 14 olan silisyum, 13 olan alüminyum ve 26 olan demirdir.

Kütle yönünden Dünya kabuğunun yüzde 46,6'sını oksijen, yüzde 27,7'sini silisyum, yüzde 8,13'ünü alüminyum ve yüzde 5,0'ini demir oluşturur. Bu dört element topluca Dünya kabu

ğunun sekizde yedisini oluştururken diğer tüm elementler topluca sekizde birini meydana getirirler.

Adları yukarda sayılmış olan çok bulunan elementler elbette pek ender olarak element formunda bulunurlar. Çeşitli tipteki atomlar birbirlerine karışmış durumdadır ve bileşik şeklinde birleşmeye eğilimlidir. Silisyum atomları ile oksijen atomları demir, alüminyum ve diğer elementlerle şurada burada karmaşık bir bi

çimde birleşerek silisyum/oksijen bileşiklerini oluştururlar. Bu tür bileşiklere silikatlar adı verilir ve Dünya kabuğu üzerindeki sıradan kayaları oluştururlar.

Oksijen atomları bireysel olarak Dünya kabuğu üzerindeki di

ğer çok bulunan elementlerin atomlarında/ı daha az kütleli oldu

ğu için, herhangi bir oksijen içeren kütle, aynı kütledeki diğer elementlerden daha çok atomu içerecektir. Dünyanın kabuğundaki her 1.000 atomdan 625'i oksijen, 212'si silisyum, 25'i alü-1

minyum ve 19'u demirdir. Böylece, Dünya'nın kabuğundaki atomların yüzde 92'sini bu dört elementin atomlarından biri ya da diğeri oluşturmaktadır.

Ancak, Dünya'nın kabuğu evren için değil ve bir bütün olarak Dünya için bile uygun bir örneği oluşturamaz.

Dünya'nın çekirdeğinin (yani gezegenimizin kütlesinin üçte birini oluşturan merkez kesiminin) çoğunlukla demirden meydana geldiği düşünülür. Eğer bu durum göz önüne alınırsa Dünya'nın tüm kütlesinin yüzde 38'inin demir, yüzde 28'inin oksi-174

jen ve yüzde 15'inin silusyumdan oluştuğu kestirilmektedir. Dördüncü sırada çoklukla bulunan element alüminyum değil, Dünya'nın kütlesinin yüzde 7'si kadarını oluşturan 12 atom numaralı magnezyum olabilir. Çok bulunan bu dört element Dünya kütlesinin sekizde yedisini meydana getirirler.

Sözü atomlarla sürdürecek olursak, Dünya'da genel olarak her 1.000 atomdan 480'i oksijen, 215'i demir, 150'si silisyum ve 80'i magnezyumdur. Ve bu dört element birlikte dünyadaki atomların yüzde 92,5'unu oluştururlar.

Ancak Dünya, güneş sisteminin tipik bir gezegeni değildir. Elbette Venüs, Merkür, Mars ve Ay genel bileşim bakımından, kayaların bolluğu yönünden ve bunlara ek olarak Venüs ile Merkür çekirdeğin demirce zengin oluşu nedeniyle Dünya'ya pek benzerler. Bu ifade bir dereceye kadar bazı gezegenler, küçük gezegenler (asteroitler) için de doğrudur. Ancak, bütün bu kayalık dünyaların (çekirdekleri demirce zengin olsun ya da olmasın) kütleleri, Güneş'in çevresinde dönen tüm cisimlerin toplam kütlesinin yalnızca yüzde yarımından az bir bölümünü oluşturur.

Güneş sisteminin toplam kütlesinin (kuşkusuz Güneş'in kendisinin dışındaki kütlenin) yüzde 99,5'u dört dev gezegende bulunur. Bunlar; Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür. Bu gezegenlerin en büyük olanı Jüpiter tekbaşına tüm kütlenin yüzde 70'ini aşkın bir bölümünü meydana getirmektedir.

Jüpiter'in göreceli olarak küçük yapıda ve kayalar ile metallerden oluşmak üzere bir çekirdeği bulunabilir. Ancak, böyle olsa bile

Jüpiter'den elde edilen tayf ve diğer kanıtlarla gezegenin genelde hidrojen ve helyum'dan oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu durumun diğer dev gezegenlerde de aynen bulunduğu görülmektedir.

Jüpiter'den en ufak toz partikülüne kadar Güneş sistemindeki her şeyi göz önüne alır ve tüm gezegenlerin kütlesinin 500 ka-175

tı bir kütleye sahip olan Güneş'e dönersek, genelde tayftan elde edilen kanıtlarla Güneş'in de çoğunlukla hidrojen ve helyumdan oluştuğunu görürüz. Gerçekte, Güneş'in kütlesinin yüzde 75'i hidrojen, yüzde 22'si helyum ve yüzde 3'ü geri kalan elementlerdir.

Güneş'in yapısını kütle yerine atom sayısı yönünden göz önüne alırsak, Güneş'in sahip olduğu her 1.000 atomdan 920'sinin hidrojen ve 80'inin helyum atomu olduğu görülmektedir. Her bin atomda bir atomdan azı diğer tüm elementleri temsil etmektedir.

Güneş sistemi içinde Güneş kıyaslanamaz biçimde bir ağırlık oluşturduğundan; Güneş'i meydana getiren elementler bileşiminin genelde sistemi temsil ettiğini söylediğimiz zaman fazla yanılmış olmayız. Yıldızların büyük çoğunluğu elementler bileşimi yönünden Güneş'e benzerler. Ve yıldızlararası ile gökadala-rarası uzay boşluğuna dolduran pek seyrek gazların da genelde hidrojen ve helyum'dan oluştuğu anlaşılmaktadır, Sonuç olarak, tüm evrende her 1.000 atomdan 920'sinin hidrojen, 80'inin helyum ve l'den azının da diğer elementlerin atomu olduğunu söylersek olasılıkla fazla yanılmış olmayız.

Hidrojen ve Helyum

Bu neden böyledir? Hidrojen ve helyum'la dolu bir evren büyük patlama olayına uygun mudur?

Sorunun yanıtı, hiç değilse ilk kez fizikçi George Gamov tarafından öne sürülen ve daha sonra geliştirildiği halde temelde de

ğişmemiş olan sisteme göre, açıkça evet'tir.

Durum şöyle oluşmuştur: Büyük patlamadan saniyenin kü

çük bir kesiri kadar kısa bir süre geçtikten sonra genişleyen ev-176

ren, atomun bildiğimiz partükülleri olan proton, nötron ve elektronların oluştuğu noktaya kadar soğumuştur. O sırada evrende var olan büyük sıcaklıkta, karmaşık yapıda hiçbir şey bulunamazdı. Atomun parçaları olan partiküller de birbirlerine bağlanamıyor, o sıcaklıkta birbirlerine çarparsa yalın bir şekilde sıçrayıp birbirlerinden uzaklaşıyordu.

Bu durum daha düşük sıcaklıklarda bile (şu anda evrenin içinde bulunduğu sıcaklıklarda) protonla protonun birbirine çarpması ya da nötronla nötronun birbirlerine çarpmaları hali için doğrudur. Oysa ki, erken evrenin sıcaklığı düşmesini sürdürdükçe sonunda birbirlerine çarpan proton ve nötronların Jki partikül halinde birbirlerine bağlanmaları gerçekleşti. Birbirlerine tutunan bu ikili, dünyadaki var olduğu bilinen birbirlerini etkileme olayının en güçlüsü olarak saptanan ve "güçlü etkileşim" adı verilen durumu oluşturdular.

Daha önceki bölümde açıkladığımız gibi, tek bir proton hidrojen çekirdeğidir. Proton-nötron birleşmesi de tek bir nötron içerdiğinden bir hidrojen çekirdeğidir. Ve bir çekirdeğin hidrojen diye nitelendirilmesi için tek proton içermesi gerekir. Hidrojen çekirdeğinin bu çeşitlerine (yani proton ile proton-nötron) hidrojenin "izotopları" adı verilir. (İzotop; yalnızca atomlarının kütleleri yönünden birbirlerinden farklı olan aynı kimyasal elementtir-Çeviren). Ve izotoplar, her birinin içerdiği partikül sayısına göre adlandırılırlar. Bir proton tek bir partikül olduğundan oluşturduğu çekirdeğe "hidrojeh-1" denir. Proton-nötron birleşmesi topluca iki partikülü oluşturduğundan çekirdeği "hidrojen-2"dir.

Erken evren'in yüksek sıcaklıklarında çeşitli atom çekirdekleri oluşurken hidrojen-2 çekirdeği pek kararlı değildi. Eğilimi yeniden proton ve nötronlara bölünmek ya da daha karmaşık (ama olasılıkla

daha kararlı) çekirdekleri oluşturmak üzere ek partiküllerle birleşmek biçimindeydi.

Patlayan Güneşler—F.12

177

Hidrojen-2 çekirdeği bir protonla çarpışınca onunla bağlanarak iki proton ve bir nötrondan oluşan çekirdeği meydana getirebilir. Bu birleşmede iki proton olduğundan çekirdek bir helyum çekirdeğidir ve üç partikül bir arada bulunduğundan çekirdek "helyum-3 "tür.

Eğer hidrojen-2 bir nötrona çarpar ve ona bağlanırsa bu kez yeniden bir proton ve iki nötronu içeren ve böylece üç partikülü bir araya getiren çekirdek meydana gelir. Sonuç "hidrojen-3"tür.

Hidrojen-3, günümüz evreninin serin sıcaklığını da içermek üzere herhangi bir sıcaklıkta kararsızdır. Bu nedenle herhangi bir girişimden ya da diğer partiküllerle çarpışmalardan uzak tutulsa bile, kendi iç değişmeleri gerçekleşir. Hidrojen-3'teki iki nötrondan biri er ya da geç protona dönüşür ve böylece hidrojen-3, helyum-3 olur. Değişme günümüz koşullarında olağanüstü hızla gerçekleşmez. Hidrojen-3 çekirdeklerinin yarısının helyum-3'e dönüşmesi on iki yılı biraz aşkın sürede olur. Erken evrenin çok yüksek, sıcaklıklarında bu değişme kuşkusuz çok daha çabuk olmuştur.

Böylece, günümüzün koşullarında üç tip kararlı çekirdeğe sahip olmuş bulunuyoruz. Bunlar; hidrojen-1, hidrojen-2 ve helyum-3'tür.

Helyum-3'ün partikülleri, hidrojen-2'nin partiküllerinden daha zayıf olarak birbirlerine bağlanırlar. Ve erken evrenin yüksek sıcaklıklarında helyum-3 için ya bölünme ya da ek olarak başka partiküllerle birleşme eğilimi ortaya çıkacaktır.

Eğer helyum-3 bir protonla karşı karşıya gelip ona bağlanırsa, üç proton ve bir nötrondan oluşan bir çekirdek ortaya çıkacak ve bu da "lityum-4" olacaktır. Ancak, sıcaklık ne olursa olsun lityum-4

kararsızdır ve Dünya'nın serin sıcaklıklarında bile bu çekirdek hemen protonlarından birini nötrona dönüştürür.

Sonuç iki proton/iki nötron birleşmesi olan "helyum-4"tür.

Helyum-4, normal sıcaklıklarda en kararlı olduğu bilinen tek 178

protonlu hidrojen-1 çekirdeğinin dışında pek kararlı bir çekirdektir. Bu çekirdek bir kez oluşunca pek yüksek sıcaklıklarda bile bölünmeye çok az eğilim gösterir.

Helyum-3 bir nötronla çarpışır ve ona bağlanırsa hemen helyum-4 çekirdeği meydana gelir. İki hidrojen-2 çekirdeği çarpışır ve birbirlerine bağlanırsa yeniden helyum-4 çekirdeği olu

şur. Eğer helyum-3, hidrojen-2 çekirdeği ya da diğer bir helyum-3

çarparsa ortaya gene helyum-4 çekirdeği çıkarken fazla partiküller bireysel proton ve nötronlara ayrışırlar. Böylece hidrojen-2 ve helyum-3'ün zararına olmak üzere helyum-4 çekirdeği meydana gelmiş olur.

Şu halde, temelde evren proton ve nötronların daha karmaşık atom çekirdeklerini oluşturacakları noktaya değin soğumuş ve böylece çoklukla meydana gelen çekirdek helyum-4 olmuştur.

Ancak, evren genişlemesini ve soğumasını sürdürdükçe hidrojen-2 ve helyum-3 değişmişler ve pek az olasılıkla kalan hidrojen-2 ve helyum-3 çekirdekleri donmuş gibi sürekli bir var oluş süreci içine girmişlerdir. Günümüzde her 7.000 hidrojen atomundan biri hidrojen-2'dir. Helyum-3 ise daha da seyrektir. Bir milyon helyum atomuna karşılık yalnızca bir helyum-3 atomu bulunur.

Şu halde hidrojen-2 ve helyum-3 çekirdeklerini ihmal edebilir ve evrenin yeterince soğuduktan sonra hidrojen-1 ve helyum-4

çekirdikleriyle oluştuğu söylenebilir. Evrenin kütlesinin yüzde 75'i hidrojen-1 ve yüzde 25'i de helyum-4'tür.

Sonunda, sıcaklığın yeterince düşük olduğu yerlerde çekirdek, negatif yüklü elektronları çekmiş ve elektronlar pozitif yüklü çekirdek tarafından "elektromanyetik etkileşim"le tutulmuşlardır.

Elektromanyetik etkileşim, dört güçlü etkileşimden ikinci sırada güçlü olanıdır. Hidrojen-l'in tek protonu böylece bir elektronla ve helyum-4'ün iki protonu iki elektronla bağlanmış olur. Bu yolla hidrojen ve helyum atomları oluşacaklardır.

179

İşte bu şekilde hidrojen/helyum evreni açıklamasına sahip olmuş bulunuyorsunuz.

Ama bekleyin! Helyum'dan daha yüksek atom numarasına sahip olan daha çok kütleli atomlara ne oluyor? (Dört partikülden daha fazla partikülü içeren atomları bir araya getirip "ağır atomlar" diye adlandırılabiliriz). Evrende pek az ağır atom bulunmakla birlikte bunlar vardır. Pekiyi bunlar nasıl oluşmuşlardır?

Bu soruya tek makul yanıt, helyum-4'ün pek kararlı bir çekirdek olmasına karşın, bu çekirdeğin az miktarda bulunan daha ağır atomları oluşturmak ve böylece günümüz evreninin yüzde 3'ü kadar kütlesini meydana getirmek üzere, az da olsa bir proton, bir nötron, bir hidrojen-2, bir helyum-3 ya da bir diğer helyum-4 atom çekirdeği ile birleşmesi eğilimi bulunmaktadır.

Ne yazıktır ki, bu yanıt yapılan araştırmalar sonucu sağlıklı kalamaz.

Eğer helyum-4 çekirdeği, bir hidrojen-l'le (yani, tek bir protonla) çarpışırsa bu iki çekirdek birbirlerine bağlanırlar. Sonuç, üç proton ve iki nötrondan oluşan bir çekirdektir. Bu da, "lityum-5" olur. Eğer helyum-4 bir nötronla çarpışır ve onunla bağlanırsa sonuç iki proton ve üç nötrondan oluşan bir çekirdektir ki bu da "helyum-5"tir.

Günümüzün serin evreninde bu çekirdekler oluşsalar bile, ne lityum-5 ve ne de helyum-5 saniyenin trilyon kez trilyonda biri kadar kısa bir süre kararlı kalabilirler. Çekirdekler hemen helyum-4 ile bir proton ya da bir nötrona bölünürler.

Helyum-4'ün bir hidrojen-2 ya da helyum-3 çekirdeği ile çarpışıp bağlanmasının, bu çekirdeklerin başlangıçta var olan karışım içinde ne denli seyrek oldukları düşünülünce ne kadar zayıf olasılıkla ortaya çıkacağı anlaşılır. Bu yolla meydana gelecek olan herhangi bir ağır atom sayısı günümüzde pek az bir tutara ulaşabilecektir.

Helyum-4'ün daha büyük şansla ikinci bir helyum-4 atom çekirdeğine çarpması ve bağlanması olasılığı bulunmaktadır. Böyle çift helyum-4 çekirdeği dört proton ve dört nötronu içerecek ve

"berilyum-8" olacaktır. Ancak, berilyum-8 de bir başka aşırı derecede kararsız çekirdektir ve günümüz evreninde, saniyenin yüz trilyonda biri kadar kısa süre bile kararlı kalamaz. Bir kez oluşur oluşmaz hemen iki helyum-4 çekirdeğine bölünecektir.

Elbette, üç helyum-4 çekirdeği üç yoldan birbirlerine çarpışıp bağlansa çok yararlı bir şey olurdu ama helyum-4'ün böylesine

• bollukla hidrojen-1 atomlarıyla sarıldığı bir karışım içinde bu olayın gerçekleşmesi pek küçük bir olasılığı meydana getirir.

Sonuç olarak evrenin genişleyip karmaşık atomların oluşmasına yeterli derecede soğuması bitince yalnızca hidrojen-1 ve helyum-4 atomu çekirdekleri çoklukla var olacaklardı. Eğer geriye diğer atomlar kalmışsa, bunlar protonlara (hidrojen-1) ve elektronlara bölünecek; hiçbir ağır atom oluşmayacaktı.

Böyle bir evrende, hidrojen-helyum'dan oluşan gaz bulutları gökada büyüklüğünde kütlelere bölünecek ve bunlar yoğunla

şarak yıldızları ve dev gezegenleri oluşturacaktı. Hiç değilse yıldızlar ve dev gezegenler hemen hemen tümüyle hidrojen ve helyum'dan meydana gelmişlerdi. Şu halde kütle yönünden yüzde 3'ün ve var olan atom sayısı yönünden yüzde l'in altında kalan ağır atomlarla ilgilenmemiz için bir neden bulunuyor mu?

Evet, böyle bir neden bulunuyor! Burada, ortaya çıkan yüzde 3'ün nedeni açıklanmalıdır. Yıldızlar ve dev gezegenlerdeki kü

çük tutardaki ağır atomları ihmal etsek bile, Dünya gibi bir gezegenin hemen hemen çoğunlukla ağır atomlardan oluştuğunu

unutmamalıyız.

Üstelik insan bedeni ve diğer canlılarda, hidrojen beden kütlesinin yalnızca yüzde 10'u kadar bir bölümü oluşturur. Bu var-181

tıklarda helyum hiç bulunmaz. Geri kalan yüzde 90 kütle ağır atomları içerir.

Diğer bir deyişle, eğer evren büyük patlamadan sonra gerçekleşen atom çekirdekleri oluşumuyla aynen kalmışsa, Dünya'ya benzer gezegenler ve bildiğimiz yaşam şekillerinin meydana gelişi tümüyle olanaksız hale girerdi.

Oysa, bizim böyle bir Dünya üzerinde yaşamı bulmamız için ağır atomlar oluşmuş bulunmalıydı. Ama, ağır atomlar nasıl oluşmalıydı?

Yıldızlardan Kaçış

Gerçekte, ağır atomların oluşması işlemi bizim için bir bilmece değildir. Çünkü, daha önce kitabımızın bazı bölümlerinde tartıştığımız gibi, bu işlem bazı yıldızların çekirdek kesiminde yer alır. Sözgelişi, Güneş'imizin merkez bölgelerinde hidrojen sürekli olarak helyum'a dönüştürülür ve böylece füzyon olayı Güneş'in enerji kaynağı olarak hizmet eder. Hidrojen füzyonu diğer tüm yıldızlarda da oluşmaktadır.

Bu olay tek tür atomlarda süren bir değişim işlemi olsaydı günümüzdeki hızıyla çok uzun bir zaman sürer ve tüm evrenin salt helyumdan oluşması 500 milyar yılı alırdı (ki bu zaman da, evrenin şimdiki yaşının otuz ile kırk katı kadardır). Gene de bu durum ağır atomların oluşmasını sağlayamazdı.

Bildiğimiz gibi ağır atomlar yıldızların çekirdek kesiminde olu

şurlar. Ancak bu yıldızların işlemi başlatması yalnızca yıldızın ana sıralamayı terketme zamanı gelince başlar. Böyle bir doruk noktada yıldızın çekirdek bölümü o denli kızgın sıcaklıkta ve yo

ğunlaşmış durumdadır ki, helyum-4 atom çekirdekleri büyük bir hızla ve sıklıkla birbirlerine çarpmaya başlarlar. Bu arada gene sıklıkla üç helyum-4 atom çekirdeği birbirine çarpar ve bağla-182

nır. Böylece altı proton ile altı nötrondan oluşan kararlı bir atom çekirdeği meydana gelmiş olur. Bu da, "karbon-12"dir.

Böyle üçlü bir çarpışma neden büyük patlamayı izleyen zamanda değil de şimdi yıldızların çekirdek kesiminde olmaktadır?

Pekiyi, yanıtlayalım. Ana sıralamadan çıkmak üzere olan yıldızların çekirdek kesiminde yaklaşık 100.000.000° C gibi yüksek bir sıcaklık ve dev bir basınç bulunmaktadır. Böyle sıcaklık ve basınçlar pek erken evren döneminde de vardı. Ama, yıldızın çekirdek kesiminin erken evren dönemine bir üstünlüğü bulunmaktadır: Şimdi, yıldızın çekirdek kesimi salt helyum-4 atom çekirdeklerinden oluşmuştur. Bu nedenle yıldızın çekirdeğinde bulunan helyum-4'ün üçlü çarpışması işlemi, büyük patlamadan sonra helyum-4 çekirdeklerinin tüm çevresi hidrojen-l'le sarıldığı zamana göre daha yüksek oranda bir çarpışma olasılığı oluşturmaktadır.

Böylece büyük patlamadan sonra oluşmasalar bile, tüm evren tarihi boyunca ağır atom çekirdekleri yıldızların çekirdek kesimlerinde meydana gelmişlerdir. Üstelik, ağır atom çekirdekleri bugün bile yıldızlarda oluşmaktadır ve bundan sonraki milyarlarca yıllık sürelerde de oluşmasını sürdüreceklerdir. Burada oluşmuş olan ve ilerde de oluşacak olan atom çekirdeği yalnızca karbon atomu değil, demiri de içermek üzere daha ağır atom çekirdekleridir.

Bu durum bizi iki soruyla karşı karşıya bırakır: 1) Ağır atomlar yıldızların çekirdek kesiminde oluştuktan sonra, evrene nasıl dağılmış, Dünya'nın üzerinde ve bedenlerimiz-deki yerini nasıl almıştır?

2) Demirden daha ağır kütleli atom çekirdekleri nasıl oluşmuşlardır? Ağır kütleli ve kararlı bir atom çekirdeği olan demir-58

çekirdeği, 26 proton ile 32 nötrondan oluşmasına karşın Dünya üzerinde daha ağır kütleli olan ve 92 proton ile 146 nötronu içeren Uranyum-238 gibi atom çekirdekleri de bulunmaktadır.

183

önce yukardaki ilk soruya yanıt bulmaya çalışalım. Yıldızlarda oluşan maddeleri evrene yaymak üzere birtakım işlemler var mıdır?

Evet bu işlemler vardır ve bunlardan bazısını Güneş'imizi incelediğimizde açikça görebiliriz.

Çıplak gözle (ama uygun koruyucu önlemleri alarak) yapılan gözlemlerde Güneş sakin, herhangi bir özelliği olmayan bir ışık topu gibi görülebilir. Oysa biz, şimdi Güneş'imizin kesintisiz bir fırtına durumu içinde olduğunu biliyoruz. Güneş'in derinliklerinde bulunan yüksek sıcaklık dereceleri, bir sobanın üzerinde kaynamak üzere olan suda oluşanlar benzer şekilde, Güneş'imizin dış tabakalarında konveksiyon devinimleri meydana getirir.

(Konveksiyon devinimleri; fizikte bir gaz ya da sıvının ısınarak hafifleyip yükselmesi ve başka yerde soğuyup ağırlaşarak aşağı inmesidir-Çeviren). Böylece Güneş'i oluşturan kütle orada burada, kabarıp yüzeyden taşar ve Güneş'imizin yüzeyi kabarcıklarla kaplanır. Bu kabarcıklardan her biri, bir konveksiyon sütununu temsil eder ve kapladığı alan ABD'nin eyaletlerinden biri ya da bir Avrupa ülkesinin yüzeyi kadar olmasına karşın çekilen fotoğraflarda Güneş'te küçük yüzeyler halinde görülürler.

Konveksiyon kütlesi kabarırken genişler ve soğur. Böylece yüzeydeyken bir kez daha dibe batmak ve alttaki sıcak maddenin altında yer almak eğilimini gösterir. Bu dolaşım hiç bitmez ve enerjinin Güneş'in merkezinden yüzeyinden taşınmasına hizmet eder. Enerji yüzeyden uzaya ışınım şeklinde salınır ve büyük bölümü ışık şeklindedir.

Konveksiyonjşlemi bazen Güneş'in yüzeyinde şiddetli olaylara neden olur. Bu yüzden ışınım değil, gerçek Güneş kütlesi uzaya doğru yükselir.

1842 yılındaki Güneş'in tam tutulması güney Fransa ile Kuzey İtalya'dan görülebiliyordu. O yıllarda tutulmalar sıklıkla tüm ayrıntılarıyla izlenemiyordu. Çünkü tutulmanın görüldüğü yer 184

çoğunlukla ileri gökbilimsel gözlemlerin yapıldığı gözlemevlerine uzak oluyor ve aygıtların buralara taşınması pek güç gerçekleştiriliyordu. Ama, 1842 yılındaki Güneş'in tam tutulması olayı Batı Avrupa'nın gökbilim merkezlerine yakındı ve gökbilimciler bölgeye aygıtlarıyla koşuşturdular.

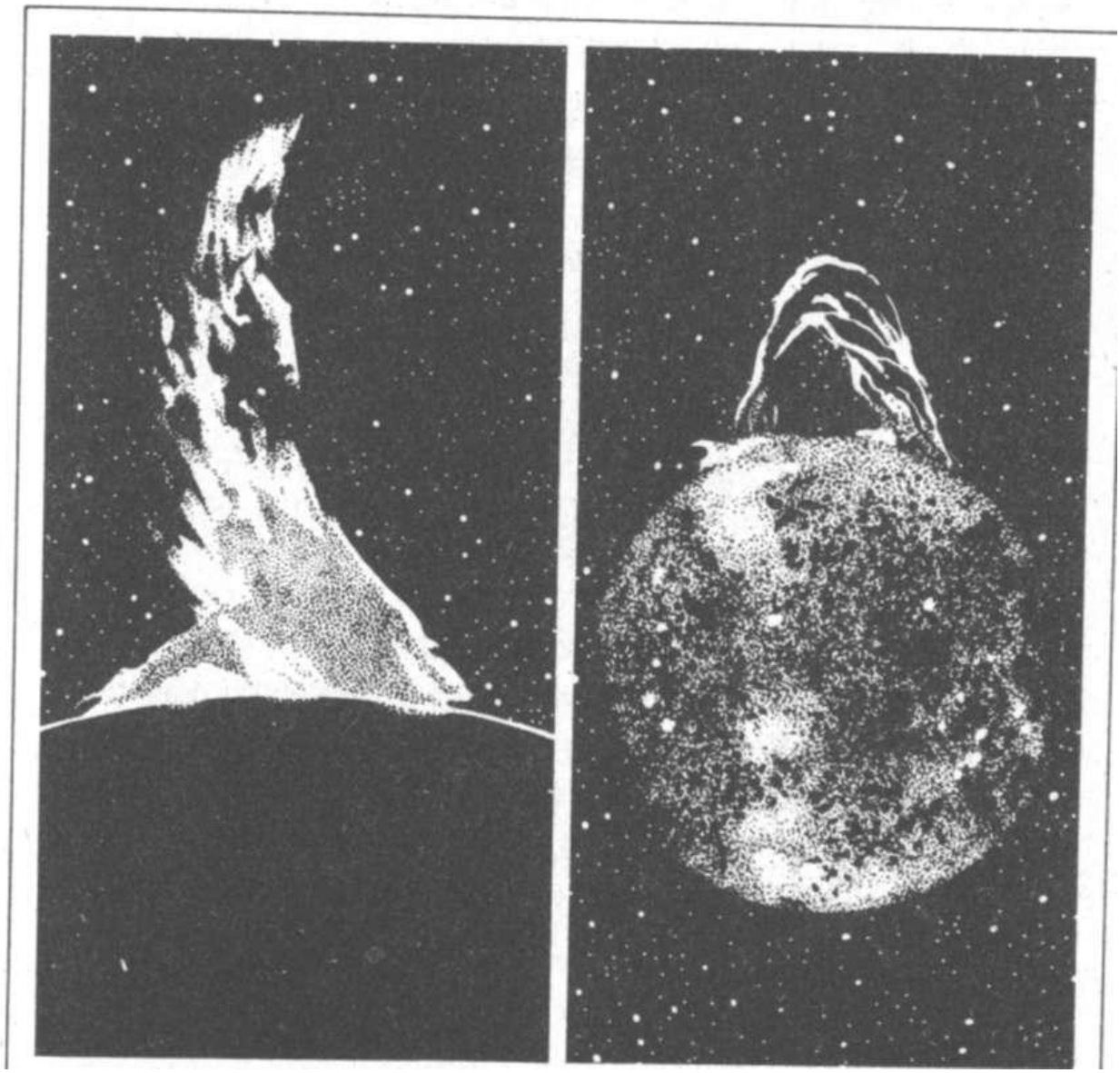
Böylece Ay tarafından parlaklığı örtülen Güneş'in çevresinde, kenar üzerinde parıldayan, kırmızımsı objelerin belirgin bir biçimde dikkati çektiği saptandı. Bunlar fıskiye gibi fışkıran gazlardır ve adlarına fışkırma denilir.

Gökbilimciler bir süre bu fışkırmaların Güneş'te mi yoksa Ayda mı gerçekleştiğini anlayamadılar. Ancak, 1851 yılında Avrupa'dan görülen bir başka Güneş tutulması en iyi İsveç'ten izlenebiliyordu. Ve çok dikkatle izlenen olayın sonunda fışkırmaların Güneş'e ilişkin bir olay olduğu, Ay ile hiçbir ilgisi bulunmadığı anlaşıldı.

O günlerden beri fışkırmalar özenle incelendi. Ve şimdi bu işe çok uygun aygıtlarla Güneş istenildiği anda incelendiğinden tam tutulma olayını beklemeye gerek kalmamıştır. Bazı fışkırma olayları o denli güçlü olur ki, Güneş'in yüzünden on binlerce kilometre yüksekliğe doğru bir kemer şeklini oluşturacak biçimde çıkarlar. Bazıları da, patlama şeklinde yukarı doğru saniyede 1.300 kilometre (ya da 800 mil) hızla fırlayabilirler.

Güneş'in yüzeyini inceleyen kişiler için fışkırmalar en görülmeye değer olaylar olmasına karşın, Güneş'le ilgili olaylar içinde en güçlü olanları değillerdir. •

1859 yılında İngiliz gökbilimcisi Richard Christopher Carrington (1826-1875), Güneş'in yüzeyinden patlayan, beş dakika kadar süren ve sonra sakinleşen yıldıza benzer bir ışık noktasını saptadı. İlk kez saptanan bu olaya şimdi püskürtü diyoruz. Gökbilimci Carrington olayı, Güneş'in yüzeyine iri bir meteor düştü şeklinde yorumlamıştı.



Güneş püskürtüsü

Güneş fışkırması

Güneş püskürtülen, Güneş'in yüzeyindeki en çok enerji taşıyan olaylardır ve bunlar Dünya'dan bile duyumsanırlar. Güneş fışkırmalarının

enerjisi daha azdır ama bunlar görülmeye daha çok değer olan olaylardır.

Carrington'u gözlemi, Amerikalı gökbilimci George Ellery Ha le (1868-1938) daha sonraları 1926 yılında spektrohelioskop adlı aygıtı bulana değin ilgi çekmedi (spektrohelioskop, Güneş'in resmini çekmeye özgü fotoğraf makinesidir-Çeviren). Bu aygıt, Güneş'i belli bir dalga boyunda gözlemeyi olası hale getiriyordu.

Güneş püskürtülen ışığın bazı dalga boylarında dikkati çekecek kadar boldur ve Güneş bu dalga boylarından gözlemlenirse püs-kürtüler parlak bir biçimde görülebilirler.

Günümüzde püskürtülerin çok sık gerçekleştiklerini biliyoruz.

Bunlar, Güneş'teki lekelerle ilişkilidir. Güneş lekelerinin çok olduğu zamanlarda birkaç saatte bir küçük püskürtüler ve birkaç haftada bir de büyük püskürtüler meydana gelir.

Püskürtüler Güneş'in yüzeyindeki enerji dolu patlamalardır.

Ve bunların gerçekleştiği alanlar çevrelerindeki püskürtüsüz alanlara oranla daha sıcaktır. Güneş'in yüzeyinin binde birini kaplayan bir alandan yayılan ışınım (yani morötesi ışınlar, X ışınları ve hatta gamma ışınları) Güneş'in geri kalan tüm yüzeyinin gönderdiği ışın toplamına göre daha çok enerjili olurlar.

Fışkırmalar daha çok görülmeye değer olmalarına ve bazen günlerce sürmelerine karşın, Güneş'in yüzeyinden pek az maddenin yitirilmesine neden olurlar. Oysa, püskürtülerde durum farklıdır. Bunlar dikkati pek az çeker ve çoğu yalnızca birkaç dakika sürer. En uzun sürenleri bile bir, iki saat içinde sona erer.

Bununla birlikte püskürtüler o denli güçlüdürler ki, Güneş için tümüyle kayıp olacak maddeleri uzayın boşluğuna fırlatırlar.

Bu olay ilk kez 1843 yılında anlaşılmaya başlandı. Alman gökbilimcisi Samuel Heinrich Schwabe (1789-1875) on yedi yil

süreyle hemen hemen her gün Güneş'i inceleyerek yüzeyindeki lekelerin yaklaşık olarak on bir yıllık süre boyunca yükselip azaldıklarını saptamıştı. 1852 yılında ingiliz fizikçisi Edward Sabine (1788-1883) de, Dünya'nın manyetik alanındaki karışıklıkları ***187***

(yani "manyetik fırtınaları") gözlemleyerek bunların Güneş lekelerinin çevrimine uygun olarak artıp azaldıklarını buldu.

Ancak, Sabine'nin buluşu yalnızca istatistiklere dayanan bir ifadeyi içeriyordu. Çünkü, henüz Güneş lekeleri ile Dünya'nın manyetik alanı arasındaki ilişki bilinmiyordu. Ama, Güneş püsküllülerinin doğasındaki enerji zamanla anlaşıldıkça, iki olay arasındaki ilişki de görülmeye başlandı. Güneş'in yüzünün merkezine yakın (ve böylece Dünya'ya doğrudan bakan) kesiminde büyük bir püskürtü gerçekleştikten, iki gün sonra, Dünya üzerindeki pusula ibreleri yanlış yönü göstermek üzere sapma yapıyor ve aurora görüntüleri daha görülmeye değer bir hale giriyorlardı (aurora; Güneş'teki fırtınalar sonucu oluşup Dünya'nın kutuplarında geceleri görünen renkli ve hareketli ışıklardır-Çeviren).

Buradaki iki günlük gecikme önemliydi. Eğer Dünya üzerindeki bu etkiler Güneş'in ışınımı ile oluşmuş olsaydı, püskürtü ile etkiler arasında geçen zaman yalnızca sekiz dakika olacaktı.

Çünkü, ışınım Güneş'ten Dünya'ya ışık hızıyla sekiz dakikada gelir. Şu halde, Dünya üzerindeki etkileri oluşturan ne ise, bunun iki günlük bir gecikmeyle olması, Güneş'ten Dünya'ya saniyede 900 kilometre (ya da 560 mil) hızla gelmesi demektir. Bu, oldukça yüksek bir hızdır ama ışığın hızının çok altında kalır..

Kişi, saniyede 900 kilometrelik hızın atomaltı partiküllerin hızı olmasını bekler. Eğer bu partiküller elektrik yükleri taşıyorsa ve Güneş'teki bazı olaylar nedeniyle bizim yönümüze fırlatıyorlarsa, partiküller Dünya'nın yanından geçerlerken pusula ibreleri ve aurora'lar üzerinde etki yaparlar.

Güneş'ten fırlatılan atomaltı partiküller fikri kavranılır kavranmaz, Güneş'in bir diğer özelliğinin anlaşılmasında da aşama kaydedildi."

Güneş tam bir tutulmaya girdiği zaman, kişi çıplak gözle hemen hemen Güneş'in bulunduğu yerde, merkezinde ışık geçirmeyen Ay'ın oluşturduğu dairenin çevresinde inci görünümünde bir ışınımı görür. Bu, Güneş'in taç katmanı'dır.

1842 yılındaki, yukarda sözü geçen Güneş fışkırmalarını ilk kez bilimsel araştırmalara konu yapan Güneş tutulmasında Güneş'in taç katmanı dikkatle incelenmişti. Daha o zamanda bu katmanın Ay'a değil Güneş'e ilişkin olduğu anlaşılmış bulunuyordu. 1860 yılından başlayarak Güneş'in taç katmanının incelenmesi çalışmalarına fotoğrafın katkısı sağlanmış, aynı zamanda tayf ölçen spektroskop da aynı amaçla kullanıma girmişti.

1870 yılında İspanya'dan izlenen Güneş tutulmasından yararlanan Amerikalı gökbilimci Charles Augustus Young (1834-1908) ilk kez taç katmanının tayfını inceleyen kişi oldu. Young, bu tayfta bilinen hiçbir elementin yerinde olmayan parlak yeşil bir çizgi saptamıştı. Aynı zamanda tayfta diğer birtakım tuhaf çizgileri de saptayan gökbilimci Young bunların tümünün bilinmeyen bir elementi temsil ettiğini varsayarak elemente

"coronium" adını taktı.

Atomun yapısı iyice belirlenene değin, "coronium" elementi hakkında tayfta yerini belirlemekten gayrı yapacak bir şey kalmıyordu. Her atom, merkezinde kütleli bir çekirdek ile bunun çevresinde yer alan bir ya da birden fazla, hafif elektronları içerir. Atomdan her bir elektronun çıkarılışında tayf çizgileri bu de

ğişikliği belirlerler. Kimyacılar o dönemde birkaç elektronu çıkarılmış atomun tayfını inceleyebiliyordu. Ama, başlangıçtaki ko

şullarda atomdan pek çok elektronun çıkarılması durumu mümkün değildi.

Bununla birlikte, 1941 yılında İsveçli fizikçi Bengt Edlen, "coronium"un yeni bir element olmadığını kanıtlamayı başardı. Demir, nikel ve kalsiyum gibi bilinen elementlerde, bir düzine dolayında elektron atomun yapısından çıkarıldığında tayflarında

"coronium" unkinin benzeri çizgiler oluşuyordu. Bu yüzden "coronium"un bir miktar elektron eksiklikleri olan sıradan elementleri temsil ettiği anlaşılıyordu.

Böyle atomdan elektron eksiltme işlemi yalnızca yüksek sıcaklıklarda yapılabilir. Fizikçi Edlen, Güneş'in taç katmanının bir ***189***

ya da iki milyon derece sıcaklıkta olduğunu ileri sürüyordu. Görüşü başlangıçta tüm bilim çevrelerince benimsenmedi. Ama, roket çağı başladığında, Güneş'in taç katmanının X ışınları yaydı

ğı saptandı. Güneş bu işlemi ancak Edlen'in ileri sürdüğü sıcaklıklarda bulunuyorsa yapabilirdi.

Öyle görülüyordu ki, Güneş'in en dış atmosferi olan taç katmanı sürekli olarak yüzeye ve yukarı doğru gerçekleşen püskür-tülerle çıkan maddelerle beslenmektedir. Taç katmanı santimetre küpte bir milyardan az partikülü içerdiğinden pek incedir ve ortalama olarak deniz düzeyindeki Dünya atmosferinin trilyonda biri kadar yoğundur. Bu durum gerçekte aşırı derecede iyi bir vakumu oluşturur. Güneş'in yüzeyinden yukarı doğru fırlatılan fışkırmalarla, Güneş'in manyetik alanıyla ve sürekli oluşan konveksiyon akıntılarıyla meydana gelen enerjiler böyle göreceli olarak az olan partiküllere bölünerek yüklenirler. Taç katmanının ısısı küçük olmasına karşın (kuşkusuz bu katmanın çok büyük olan hacmi düşünüldüğünde), böyle az olan partiküllere yüklenen ısı gene de yüksek olur ve "partikül başına ısı" sıcaklık olarak ölçülür.

Taç katmanındaki partiküller, Güneş'in yüzeyinden yukarı doğru fırlatılmış çoğu ya da tümü yüksek sıcaklıkta olan ve elektronlarından arınmış bireysel atomlardır. Güneş çoğunlukla hidrojen'den oluştuğu için bu partiküller hidrojen atomu çekirdeği ya da protonlardır. Sayı olarak hidrojen'den sonra helyum atomu çekirdekleri gelir. Diğer tüm ağır kütleli çekirdekler sayıca daha azdırlar. Ağır kütleli çekirdekler "coronium"un tayfında dikkati çeker çizgiler vermesine karşın bunlar yalnızca az bir sayıyı temsil ederler.

Taç katmanında bulunan partiküller Güneş'in yüzeyinden dı

şarı, her yöne doğru dağılırlar. Bunlar dışa doğru hareket ederken taç katmanı giderek daha büyük hacme ulaşır ve daha ince, seyrek bir hale girer. Doğallıkla sonuçta daha daha sönük bir ***190***

ışık yayar ve Güneş'ten belli bir uzaklıkta artık bu katmandan ışık algılanılamaz.

Bununla birlikte, taç katmanından dışa doğru ışığın gözlem-lenemeyecek denli solması, dışa doğru hızlanan partikülleri içeren bir formda sürmeleri durumunu engelleyemez. Amerikalı fizikçi Eugene Newman Parker (1927-) hızlanan bu partiküllere 1959 yılında Güneş rüzgârları adını vermiştir.

Güneş rüzgârları, Dünya'ya oranla Güneş'e yakın gezengen-leri (bunlar Merkür ve Venüs'tür-Çeviren) geçerek dışa doğru yayılırlar. Roketlerle yapılan araştırmalar Güneş rüzgârlarının Satürn'ün yörüngesinin dışında bile saptandıklarını göstermiştir.

Ve belki de, Neptün ile Plüton'un ötesinde bile saptanabilirler.

Diğer bir ***deyişle,*** *tüm gezegenler Güneş'in çevresinde ve onun geniş atmosferi içinde devinirler. Bununla birlikte, bu atmosfer o denli seyrektir ki, belirlenebilecek hiçbir şekilde gezegenlerin devinimini etkilemez.*

Güneş rüzgârları o denli seyrek bir yoğunluktadır ki, dikkati çekecek türden diğer etkileri de oluşamaz. Güneş rüzgârlarının partikülleri elektrikle yüklüdür ve bu yüzden Dünya'nın manyetik alanında "Van Ailen kuşakları"nı oluşturmak, aurora'la-rı meydana getirmek ve Dünya üzerindeki pusulalar ile elektronik aygıtları etkilemek üzere tutulurlar. Güneş püskürtüleri zaman zaman değişerek Güneş rüzgârlarını güçlendirir ve bir süre için, sayılan bu etkileri artırırlar.

Dünya'nın çevresinde Güneş rüzgârlarının partikülleri saniyede 400-700 kilometrelik (ya da 250-435 millik) hızla devinirler. Bir santimetre

küpteki partikül sayısı bir ile seksen arasında değişir.

Partiküller, Dünya'nın yüzeyine çarparlarsa yaşam üzerinde sağlığa zararlı etkiler yapabilirler ancak bizler Dünya'nın manyetik alanı ve atmosferi tarafından partiküllere karşı korunmaktayız.

Güneş rüzgârları tarafından her saniye Güneş'ten koparılan partikül toplamı bir milyon kilogramdır (ya da 2,2 milyon libre-191

dir). Bu tutar, insanların ölçülerine göre pek büyüktür oysa Güneş'in büyüklüğüyle kıyaslanırsa çok önemsiz kalır. Güneş yaklaşık olarak beş milyar yıldan beri ana sıralama üzerinde kalmış

bir yıldızdır ve ana sıralama üzerinde daha beş ya da altı milyar yıl daha kalacaktır. Bütün bu yaşam süresi boyunca Güneş, rüzgârlarıyla aynı oranda kütle yitirmesini sürdürse, ana sıralama üzerindeki tüm yaşam süresi boyunca toplam kütlesinin yakla

şık 5.000'de l'ini yitirmiş olacaktır.

Bununla birlikte oldukça büyük bir yıldızın kütlesinin beş binde biri yıldızlararası boşlukta sürüklenen maddelere eklendiğinde hiç de küçük bir toplamı oluşturmaz. Ve işte bu, yıldızlardan madde çıkışı ve yıldızlararası boşluğa madde eklenişine ilişkin ilk örneğimizi oluşturmaktadır.

Üstelik Güneş bu konuda olağandışı bir yıldız değildir. Çökme durumuna girmemiş her yıldız için "yıldız rüzgârları'.' yaydığını düşünmek üzere elde her nedene sahip bulunuyoruz.

Elbette ki diğer yıldızları Güneş'i inceleyebildiğimiz gibi inceleyenleyiz. Gene de, elde bazı göstergeler bulunmaktadır. Örne

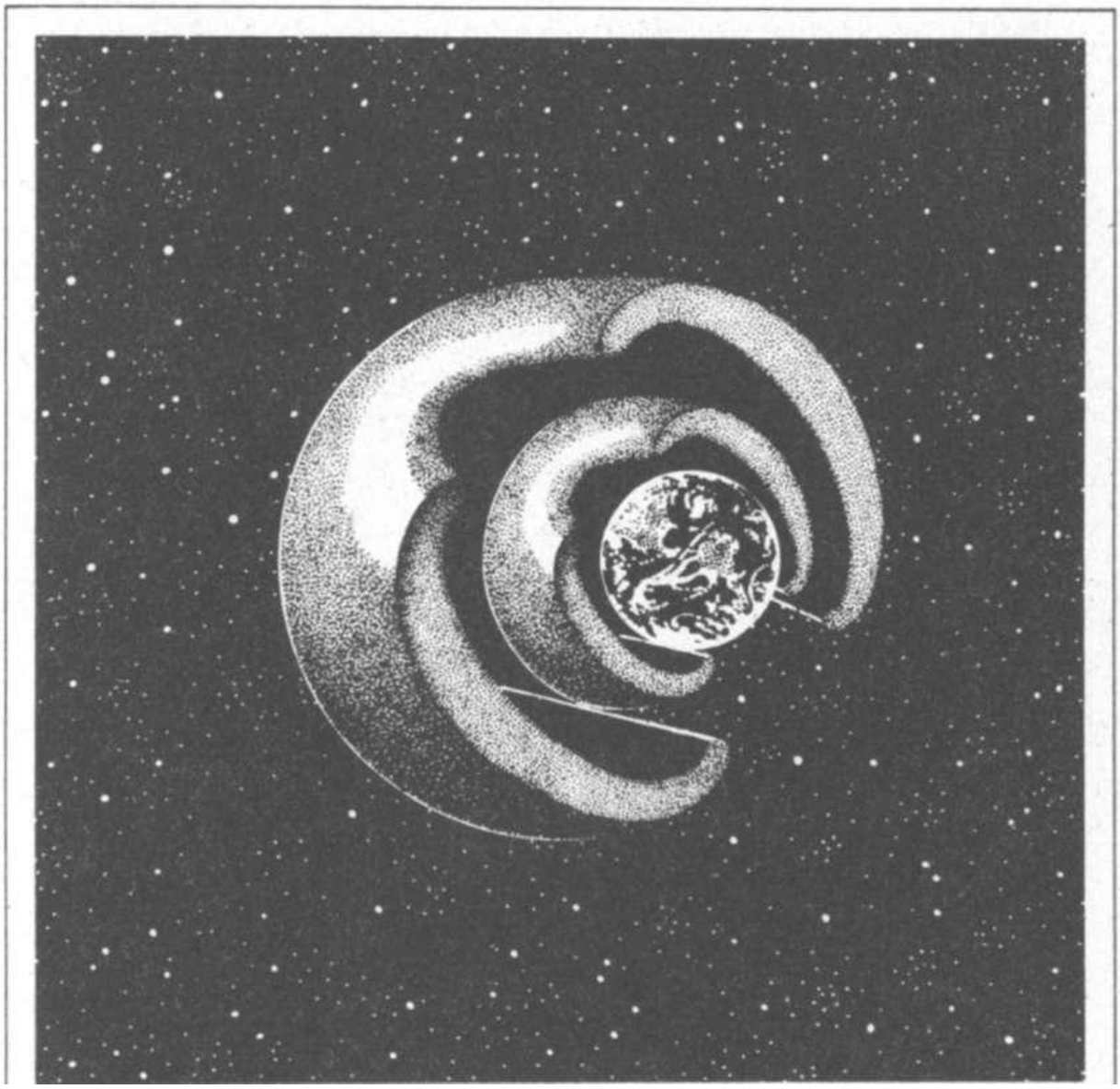
ğin, küçük ve soğumuş yıldızlaî olan "kırmızı cüceler" düzensiz aralıklarla ışıklarının beyazlaşmasıyla birlikte parlaklıklarında artma gösterirler. Bu artış bir, iki dakikadan birkaç saate kadar değişen sürelerle olabilir. Kişi, bir küçük yıldızın içinden yüzeyine bir püskürtü

çıkardığını düşünür. Ve dolayısıyla bu tip yıldızlara püsküren yıldızlar adı verilir.

Güneş'imizden daha büyük olmayan bir yıldızda bir püskürtü dikkati çeken bir etki yapar. Güneş'imizin parlaklığını yüzde 1 oranında artıracak çapta bir püskürtü sönük bir yıldızın parlaklığını yüzde 250 artırmaya yeterli olabilir.

Bazı yıldızlar, olağandışı büyüklükte yıldız rüzgârları yayarlar. Sözgelişi, kırmızı devlerin Güneş'in çapının 500 katma ula

şan dev çapta yapıları bulunmaktadır. Bunun anlamı, böyle yıldızların yüzeylerindeki yerçekiminin göreceli olarak az oluşu de-192



Dünya'nın manyetik alanı tarafından tutulan elektrik yüklü partiküller roket çağı başlayıncaya değin görülmemiş ve hayal edilmemişti. (Buradaki resim ve kesit diyagram olarak çizilmiştir).

Patlayan Güneşler—F.13

mektir. Çünkü, kırmızı devin büyük kütlesi merkezden yüzeye kadar olan dev uzaklığa dağılmıştır.

Buna ek olarak, kırmızı devler genleşmiş yıldızlar olarak var oluşlarının sonuna yaklaşmışlardır. Ve yakında çökeceklerdir. Bu yüzden olağandışı bir çalkantı halindedir. İnsan, böyle bir yüzeydeki zayıf yerçekimi nedeniyle yıldızdaki maddelerin dışarı fırlatılmasını bekler.

İkizlerevi adlı kırmızı dev, gökbilimcilerin bu konuda bazı ayrıntılı bilgileri toparlamalarına olanak sağlayacak kadar yakın bir konumdadır. Sözgelişi, İkizlerevi'nin yıldız rüzgârlarının bizim Güneş'imizin rüzgârlarından bir milyar kez yeğin olduğu dü

şünülmektedir. İkizlerevi'nin kütlesi Güneş'in kütlesinin on altı katı olmasına karşın, yıldız çok daha önce tümüyle çekmezse, süren bu madde yitişi hızıyla bir milyar yıl içinde ortadan kaybolacaktır.

Ortalama olarak bizim Güneş'imizin yaydığı rüzgârların genelde var olan yıldız rüzgârları yeğinliğinden farklı olmadığını varsayabiliriz. Gökadamızda belki de 300 milyar yıldızın var olduğunu düşünürsek her saniyede yıldız rüzgârlarıyla yitirilen toplam kütle 300 milyar kez milyar (yani 3 x 1020) kilogram (ya da 6,6 Xİ020 libre) kadar olacaktır.

Bunun anlamı da, her 200 yılda Güneş'imizin kütlesine eşit bir kütlenin yıldızlardan kopup yıldızlararası boşluğa aktarılışı demektir. Gökadamızın on beş milyar yıl yaşında olduğunu ve yıldız rüzgârlarıyla tüm bu zaman boyunca kararlı olarak kütle aktarıldığını düşünürsek, yıldızlardan uzaya aktarılmış kütlenin Bizim Güneş'imiz büyüklüğünde 75 milyon adet yıldıza ya da gökadamızın kütlesinin 2.700'de birine eşit olduğunu buluruz.

Ancak, yıldız rüzgârları yıldızların yüzeyinden çıkarlar ve bu yüzey de tümüyle (ya da hemen hemen tümüyle) hidrojen ve helyum'dan oluşmuştur. Bu nedenle, yıldız rüzgârları tümüyle (ya da hemen hemen tümüyle) hidrojen ve helyum atomu çekirdeklerinden oluşur ve gökadanın ağır atom kütlesi karışımına kat-194

kıda bulunamazlar. Ağır atom çekirdekleri yıldızların merkezindeki çekirdek kesiminde oluşur, orada kalır ve yıldızların yüzeyinde meydana gelen yıldız rüzgârlarından etkilenmez.

Bir yıldızın (Güneş'imiz gibi) yapısında çekirdeğinden uzak, üst tabakalarında ağır atom çekirdeği izleri bulunuyorsa, yıldız rüzgârları da bu ağır atom çekirdeklerinin izlerini taşıyacaktır.

Ancak böyle ağır kütleli çekirdekler merkezde değil de üst tabakalarda bulunuyorsa, bunlar yıldızın oluşumu sırasında da orada bulunuyorlar mıydı? Yoksa dışardan başka bir kökenden mi elde edilmişlerdi? İşte şimdi biz. bu kökeni aramaya çalışacağız.

Felaketle Kaçış

Eğer yıldız rüzgârları, ağır atom çekirdeklerinin yıldızların merkezini oluşturan çekirdekten dış boşluğa aktarılması mekanizmaları değilse, o zaman yıldızların ana sıralama üzerinde kalışları bittikten sonra oluşan daha şiddetli olaylara bakmamız gerekir.

Burada hemen çoğu yıldızı içinde bulundukları durumdan ötürü elimine edebiliriz. Yıldızların yüzde 75 ile 80 kadarı bizim Güneş'imizden temelde daha küçük yapıdadır. Böyle yıldızlar ne denli küçük olduklarına bağlı kalarak ana sıralama üzerinde 20

ile 200 milyar yıl dolayında bulunacaktır. Bunun anlamı, küçük yıldızlardan hiçbirinin henüz ana sıralama üzerinden ayrılmamış olması demektir. Bu yıldızlardan büyük patlamanın gerçekleştiği birinci milyar yıl içindeki erken evren döneminde oluşmuş

olan en yaşlıları bile, tüm hidrojenlerini tüketip ana sıralamayı bırakmaları gerekli olan noktaya henüz erişmemişlerdir.

Üstelik küçük bir yıldız ana sıralama üzerinden ayrılırken bu işlemi en az patırtı çıkararak yapar. Söyleyebileceğimiz kadarı, yıldız küçük oldukça, ana sıralama üzerinden ayrılırken daha da-195

ha az şiddette olaylar meydana geleceğidir. Küçük yıldız (küçük olmasa da, tüm yıldızlar sonunda böyle olacaklardır) kırmızı dev haline gelmek üzere genlçşecek, ama göreceli olarak daha kü

çük kalan bir kırmızı dev olacaktır. Böyle bir kırmızı dev olasılıkla görülmeye değer büyüklükte olanlardan çok daha uzun ömre sahip olacak ve sonunda çökerken işlemi az çok sessizce geçirecek, beyaz cüce haline girerken Akyıldız B'den daha az yoğun bir yıldız olacaktır.

Küçük yıldızın içinde bulunan ağır atom çekirdekli çoğunlukla karbon, azot ve oksijen gibi elementler ana sıralama üzerinde geçirdiği yaşam süresince yıldızın çekirdeğinde kaldığı gibi yıldızın çöküp beyaz cüce haline gelişinden sonra da beyaz cücenin içinde kalmayı sürdüreceklerdir. Hiçbir aşamada, sözü edilmeye değer olmayacak tutarları dışında, yıldızlararası boşluğa dökülmeyeceklerdir. Şu halde pek özel durumlarda gerçekleşen akmalar dışında küçük yıldızların içinde meydana gelmiş ağır atom çekirdekleri olan elementler sonsuza kadarki sürede bu yıldızların içinde kalacaklardır.

Güneş'imiz kadar kütleli olan yıldızların yüzde 10 ya da 20

kadarı ana sıralama üzerinde beş ile on beş milyar yıl kaldıktan sonra çökerek beyaz cüce haline girerler. Ana aşama üzerinde on milyar yıl kalacak olan Güneş'imiz şu anda da ana sıralama üzerindedir çünkü yalnızca beş milyar yıl önce oluşmuş bulunmaktadır. Güneş'e benzeyen ama ondan daha yaşlı olan yıldızlar şimdi ana aşamayı bırakmış olmalıdırlar. Çünkü, böyle

yıldızlar evrenin çocukluk döneminde meydana gelmiş bulunuyorlardı.

Güneş'ten daha büyük kütleli yıldızlar daha büyük olan kırmızı devleri meydana getirir ve bunlar çöküp beyaz cüce şekline girerlerken küçük yıldızların ana sıralamadan çıkışta yaşadıklarından daha şiddetli olayları yaşarlar. Çöküşte oluşan enerji belki de yıldızın dış tabakalarını koparıp uzaya fırlatacak ve bu ki-196

tapta daha önceki bölümlerde açıkladığımız şekilde gezegence bulutsular meydana gelecektir.

Güneş'imize benzeyen bir yıldızın çöküşüyle meydana gelen ve genişleyen gaz tabakası, başlangıçtaki yıldızın kütlesinin yüzde 10 ile 20'sini içerebilir. Ancak, yıldızın çökme halinde bile bu dış tabakaları temelde gene hidrojen ve helyum karışımından oluşmaktadır.

Beyaz cüce olma konusuna geri dönmüşken, beyaz cücelerin işin sonu olmadığı özel hallerde, onların uzaya madde dağıtan ajanlar halinde hizmet gördükleri zaman neler olacağını gözden geçirelim.

Kitabımızın önceki bölümlerinde beyaz cücelerin birbirlerine yakın olan çiftyıldız sisteminin parçası olduklarını ve çiftyıldızı oluşturan ikinci yıldızların, kırmızı dev aşamasında genleşen arkadaş yıldızdan madde kazandıklarını açıklamaya çalışmıştık.

Arada bir, bu kazanılan madde beyaz cücenin yüzeyinde füzyon tepkimelerine girer ve oluşan büyük enerji beyaz cüceyi Dünyadan nova olarak gördüğümüz şekilde daha parlak bir yıldız haline sokar. Ve beyaz cüce uzaya füzyon işlemi halindeki maddeleri fırlatır.

Ancak beyaz cüceye eklenmiş olan maddeler genellikle genle

şen kırmızı devin dış tabakalarında bulunan hidrojen ve helyumdan oluşmaktadır. Füzyon olayı hidrojen'i helyum'a dönüştürür ve sonra uzaya helyum bulutu salıverilir. İşte bu durumda, arkadaş yıldızdan

helyum'un ötesinde ağır atom çekirdekleri elde edilmişse ya da beyaz cücede oluşan füzyon tepkimesinde kü

çük tutarlarda da olsa ağır atom çekirdekleri meydana gelmişse bunlar yıldızlararası boşluğa aktarılmış olacaklardır.

Bu durum bizi nereye götürür? Ağır atom çekirdeklerinin büyük oranda uzaya yayılması yolunda olası bir tek köken kalmaktadır: Bu da, üstnovalardır...

Daha önce açıkladığımız gibi, I. Tip üstnovalar sıradan nova: ların oluştuğu durumlara benzer koşullarda meydana gelir. Bir 197

beyaz cüce, çiftyıldız durumunda ve kırmızı dev halinde genişlemekte olan yakın arkadaşı yıldızdan madde almaktadır. Şu farkla ki, beyaz cüce kütle olarak Chandrasekhar'ın limitinin yakınındadır. Sonuçta, beyaz cüceye eklenen kütle, bu yıldızın kütlesini limitin ötesine götürür. İşlemde yoğun bir füzyon tepkimesi meydana gelir ve patlama gerçekleşir.

Bu noktada beyaz cücenin, Güneş'in kütlesinin 1,4 katı olan kütleye varan tüm kütlesi yırtılır ve yıldız genişleyen bir gaz kütlesi durumuna dönüşür. Onu, bir süre üstnova halinde parıldarken görürüz. Ortaya çıkan ışınım (radyasyon) da bir süre pek ye

ğindir, sonra yeğinliği azalır. Yıldızdan geriye bir gaz bulutu kalır. Bu gaz bulutu da, milyonlarca yıllık bir süre geçtikten sonra yıldızlararası boşlukta iyice seyrekleşir.

Bir beyaz cücenin patlaması uzaya büyük tutarlarda karbon, azot, oksijen ve neon yayar (bunlar, ağır atom çekirdeği olan elementlerin en çok görülenleridir). Patlama gerçekleşirken bir dizi füzyon olayı daha meydana gelir ve atom çekirdeği neondan daha ağır olan elementler daha az miktarlarda oluşur.

Kuşkusuz pek az beyaz cüce I. Tipte üstnova oluşturmak üzere yeterince ağır kütlelidir ve büyük bir yıldızla çiftyıldız oluşturacak

kadar yakın bir konumdadır. Ancak gökadanın on dört milyar yıllık yaşam süresince yıldızlararası boşluktaki ağır kütleli atom çekirdeklerinin önemli bölümünü ortaya çıkarmaya yeterli olacak sayıda bu türden patlama gerçekleşmiştir.

Yıldızlararası boşluktaki gazlarda geri kalan ağır atom çekirdekleri, II. Tipten üstnovaların ürünüdür. Daha önce belirtmiş

olduğumuz gibi, bu tür üstnovalar işin içine Güneş'in kütlesinin on, yirmi ve hatta altmış katı kütleli olan büyük yıldızları sokar.

Böyle yıldızların çok büyük kırmızı devler haline gelişlerinde, çekirdek kesimlerindeki füzyon olayı demir çekirdeği oluşup da miktar yönünden önemli boyutlara varıncaya değin sürer. Bu nokta, füzyon olayının enerji üreten bir araç olarak görünüşü-

nün son aşamasıdır. Ve böylece, demir elementi üretiminin bu aşamasında yıldız çöker.

Yıldızın çekirdeğine doğru gidildikçe ağır atom çekirdekli elementler sıralanır ve bunlar aralarında demiri de içerirken yıldızın dış tabakalarında şimdi de büyük tutarlarda dokunulmamış, kendilerini füzyon olayına götürecek yüksek sıcaklık ve büyük basınçlar altına girmemiş hidrojen atomları bulunur.

Dev bir yıldız çökünce, olay o denli ansızın olur ki, burada hem sıcaklık hem de basınç birdenbire korkunç bir artış gösterir. O ana değin hiçbir değişiklik göstermeden var olan bütün hidrojen (ve aynı zamanda helyum) atomları şimdi hemen füzyon tepkimesi içine girerler. Bunu patlama olayı izler ve bizler de II. Tipten bir üstnovaya tanık oluruz.

Bu arada ortaya enerji çıkar. Ve bu enerji demirden daha ağır kütleli atom çekirdeklerini oluşturacak nükleer tepkimelere pompalanır. Böyle oluşumlar enerji girişlerini gerektirir ancak üstnovanın patlamasının doruk noktasında böyle büyük oranda enerji bulunmaktadır. Gerçekten uranyum ve daha ağır atom çekirdeği olanlara kadar elementler oluşur. Ortamda radyoaktif (yani kararsız nitelikte) ve sonunda bölünecek olan atom çekirdeklerini oluşturmaya yeterli enerji vardır. Gerçekte evrende bulunan ağır atom çekirdeklerinin tümüne yakını II. Tipte üstnova patlamaları sonucu olarak meydana gelmişlerdir.

Elbette ki, II. Tipte üstnova patlaması oluşturacak türden kütleli yıldızlar sayıca çok değildir. Milyonda bir yıldız belki de bu amaç için yeterli olacak kütleye sahiptir. Ancak bu ifade, olayın hiç de gerçekleşmeyeceği anlamına gelmez. Gökadamızda II. Tipten bir üstnova oluşturabilecek nitelikte on binlerce yıldız bulunmaktadır.

Dev yıldızlar ana sıralama üzerinde en çok birkaç milyon yıl kalabildiklerine göre, bütün bu yıldızların hepsinin neden bugüne değin patlamamış olduklarını merak edebiliriz. Yanıt; tüm zamanlar boyunca yeni yıldızların oluşmakta oldukları ve bun-199

lardan bazısının çok büyük kütlelere varabildikleri şeklinde verilebilir. Şimdi gördüğümüz II. Tipten üstnovalar birkaç milyon yıl önce oluşmuş yıldızların patlamalarıdır. Çok ileri bir tarihte görülecek olan II. Tip üstnova patlamaları bugün henüz var olmayan yıldızların patlamaları olacaktır.

Bütün bunlardan daha dramatik üstnovalar da bulunmaktadır. Çok yakın bir geçmişe kadar gökbilimciler Güneş'imizin kütlesinin altmış katından daha büyük kütleli yıldızların var olamayacağına emindiler. Daha büyük kütleli yıldızlar çok yeğin ola cak yerçekimlerine karşın hemen patlar ve bu yüzden böyle büyük kütleli yıldızlar oluşamaz, diyorlardı.

Oysa, 1980'li yıllarda böyle düşünceler ileri sürülürken büyük düşünür Albert Einstein'in Genel Görecelik Kuramı'nın bazı yönlerinin hesaba katılmamış olduğu sezinlendi. Kuramın bu yönleri gökbilimsel hesaplamalara eklenince çapı Güneş'imizinki-nin 100 ve kütlesi de 2.000 katı olan yıldızların akla uygun bi-

çihıde kararlı olacakları anlaşıldı. Üstelik bazı gökbilimsel gözlemler Tjöyle yıldızların gerçekten var olduklarını ortaya koydu.

Doğallıkla süper kütleli yıldızlar da çökecek ve sıradan üstnovaların ürettiklerinden çok daha fazla enerji üreterek üstnova halinde patlayacaklardır. Böyle süper patlamalar " I I I . Tip üstnovalar" adıyla adlandırılır.

Sovyet gökbilimcisi V.P. Urtrobin, gökbilimsel kayıtları karıştırarak III. Tipte üstnova özelliklerini taşıyan bir üstnova olayını araştırmış ve 1961 yılındaki Perse takımyıldızı içinde saptanan patlamanın bu türden bir üstnova olduğunu öne sürmüştür. Bu üstnova, parlaklığının doruk noktasına birkaç gün ya da birkaç hafta içinde

değil, tam bir yılda ulaşabilmiş; sonra ağır ağır sönükleşmiş ve dokuz yıl sonraya kadar görünür kalmıştır.

Bu üstnovanın ürettiği enerji sıradan bir üstnovanınkinden on katı kadar fazladır. Daha o sıralarda bile, gökbilimciler durumun olağandışı olduğunu düşünmüş ve hayretlere kapılmışlardır.

Böyle süper kütleli yıldızlar aşırı derecede enderdir. Ancak, ürettikleri ağır atom çekirdekleri sıradan bir üstnovanın üretti

ğine oranla bin katı ya da daha çok olabilir. Bunun anlamı da, bu tip üstnovaların yıldızlararası boşluktaki gaz bulutlarında var olan ağır atom çekirdeklerine temel katkıyı sağladıkları demek olur.

Gökadamızın bugüne kadarki yaşam süresi içinde her tipten 300 milyon kadar üstnova patlamış olabilir (aynı sayıda çeşitli büyüklükte üstnovalar kuşkusuz diğer gökadalarda da gerçekleşmiştir). Ve bu da, yıldızlararası boşluktaki gaz bulutunda, sıradan yıldızların dış tabakalarında ve bizim gezegen sistemimiz ile bunun dışındaki gezegenlerde var olan ağır atom çekirdeklerinin bulunuşuna yeterli olabilmiştir.

Şu halde, gerçekte Dünya ve hemen hemen tüm bedenimiz, Güneş'imizde değil diğer yıldızların içinde oluşmuş ve bir zamanlar gerçekleşen üstnova patlamalarıyla uzaya dağılmış atomları içermektedir. Belli bir atomu gösterip bunun hangi yıldız tarafından oluşturulduğu ve ne zamanki patlamayla uzaya salıverildiğini söyleyemeyiz. Ancak, atomların uzak yıldızlarda oluştu

ğunu ve çok eski geçmişte gerçekleşen bir patlamadan sonra bize ulaşmış olduğunu söyleyebiliriz.

Sonuç olarak biz ve Dünya' mız, yalnızca yıldızlardan değil, patlayan yıldızlardan doğmuş bulunuyoruz. Ya da başka deyişle, bizler üstnovalardan meydana gelmiş bulunuyoruz.

8
YILDIZLAR VE GEZEGENLER

İlk Kuşak Yıldızlar

Evren, on beş milyar yıl kadar önce büyük patlamayla başladı.

Düşünülemeyecek kadar minik yapıda ve kavranılamaz denli yüksek sıcaklıktaydı.

Pek büyük hızla genişledi ve soğudu. Başlangıçta ışınımı (fotonları) ve kuarkları, ayrıca elektronlar ile neutrinoları içeriyordu. Ancak bunların hemen ardından proton ve nötron gibi kütleli atomaltı partiküller izlediler. Evren genişlemesini ve soğumasını sürdürdükçe proton ve nötronlar hidrojen-2, helyum-3 ve helyum-4 gibi atom çekirdeklerini oluşturdular. Ama atom çekirdeklerinin çeşitliliği bu noktada kaldı.. Büyük patlamanın ardından birkaç dakika geçtikten sonra işlem sona ermiş ve evrenin dev boyutlardaki hidrojen ile helyum ikmali tamamlanmış

bulunuyordu.

Olasılıkla 700.000 yıl kadar süren daha sonraki genişleme ve soğuma evresinde sıcaklığın, negatif yüklü elektronların pozitif yüklü proton ve daha karmaşık olan atom çekirdeklerinin çevresinde yer alacağı ve elektromanyetik güçler nedeniyle orada tutulacağı bir noktaya düştüğü anlaşılıyordu.

Bu yolla hidrojen ve helyum atomları şekillenmiş oluyorlardı.

Tüm koşullarda helyum atomları tek kalıyor; oysa, iki hidrojen atomu düşük sıcaklıkta çarpışırsa iki atom bileşimi olarak birlikte yer alıyor ve "hidrojen molekülü" olarak adlandırılıyordu.

Evren genişleme ve soğumasını sürdürdükçe hidrojen ve helyum atomları her yöne doğru dağıldılar. Bu nedenle evrenin bu iki gazın karışımıyla oluşan bir bulut tarafından doldurulduğunu; evren genişledikçe var olan gazın daha büyük bir hacmi doldurması nedeniyle bulutun her yerde giderek seyrekleştiğini varsayabiliriz.

Ancak, bazı nedenlerle bulut böyle tekdüze olarak kalamamış, homojenliğini yitirmiştir. Belki de rasgele değişiklikler ve bunların sonucu oluşan çalkantılarla atomlar, normalden yoğun olan ve dönüşüm halindeki bölgelerden daha az yoğun olan bölgelere doğru akmıştır.

Eğer atomlar rasgele devinimlerini sürdürürlerse sonunda durum bir dengeye kavuşacaktır. Yüksek yoğunluktaki bölgeler atomlarını alçak yoğunluktaki bölgelere kaptıracak, böylece yenilenmiş homojenliğe doğru bir eğilim olacaktır. Elbette ki, rasgele devinim ve çalkantılar yüksek yoğunlukta olan bölgeleri oluşturmayı sürdürecektir (bu durum, atmosferlerimizdeki yüksek basınç ve alçak basınç bölgelerine benzemektedir).

Yüksek yoğunlukta olan alan bir kez oluşunca, bu alan sürekli olduğunu kanıtlar. Yüksek yoğunluktaki alanın yerçekimi yeğinliği,

alanın yoğunluğu arttıkça çoğalır. Yoğunluğun artması sürdükçe, yerçekimi alanı atomların rasgele çevreye dağılma-203

lan eğilimine üstün gelir. Gerçekte yüksek yoğunluktaki bölge, alçak yoğunluktaki bölgenin atomlarını kapacak denli yeğin bir yerçekimi alanına sahiptir. Bu nedenle yüksek olan yoğunluğu giderek artarken, alçak yoğunluktaki bölge de giderek daha seyrekleşir.

Kısaca, zaman geçtikçe tekdüze hidrojen ve helyum bulutları yakınlarında vakuma benzer boşluklar bulunan yoğun gaz bulutu kümeleri haline gelirler.

Dev büyüklüğe ulaşan yoğun gaz bulutlarında, gökadalarla ve hatta gökada kümeleriyle ilişki kurabileceğimiz kütle ve hacim bulunmaktadır. Ve bunlara, "ilkgökadalar" (protogalaxies) diyebiliriz. İlk gökadaların içinde de, atomların rasgele devi-nimleriyle daha ileri aşamada düzensizlikler oluşur. Sonunda, ilkgökadalarda birbirlerinden seyrekleşme nedeniyle neredeyse boşluklarla ayrılmış milyarlarca daha küçük gaz bulutu meydana gelir. İlkgökadalar, birbirlerine göre, göreceli olarak dönerlerken içlerindeki daha küçük gaz bulutları da, birbirlerine göre, dönüş halindedir. (Ancak, bu dönüşler ilgi çekici olarak farklı yöndedir. Eğer tüm dönüşler birbirlerine eklenirse farklı yönler birbirlerini iptal eder ve evrenin tüm dönüşü bir bütün olarak sıfır olur).

. Her gaz bulutunun kendi yerçekimi alanı bulunmaktadır. Yeterince yoğun olan bir gaz bulutu, büzülmesini başlatan çekimi uygulayacak yeğinlikte bir yerçekimi alanına sahip olacaktır.

Gaz bulutu bir kez büzülmeye başladı mı yoğunluğu artar ve bu nedenle yerçekimi alanının yeğinliği de çoğalır. Böylece gaz bulutu bir kez büzülmeye başlayınca daha artan hızla büzülmesini sürdürmelidir.

Bulut büzülürken merkezindeki basınç ve sıcaklık da artar. Bu durumda, nükleer füzyon tepkimesini başlatmaya yeterli basınç ve sıcaklıkların oluştuğu zamana varılır. Bulutun sıcaklığı hızla ışık

ışınımı yapacak kızgın sıcaklık derecesine erişir. Artık ortaya çıkan şey gaz bulutu değil, bir yıldızdır.

204

Bütün ilk gökadalar içinde yıldızlar oluşmuş ve evrenin yaşı bir milyar yıllık kadar olunca gaz bulutlarından meydana gelen ilkgökadalar, parıldayan yıldızlardan meydana gelen gökadalar durumuna gelmişlerdir. Bizim gökadamız da, böyle ilkgökadalardan birisidir.

Gökadalar bir kez oluşunca yalnızca hidrojen ve helyum'dan (çoğunlukla hidrojen'den) meydana gelmiş bulunuyorlardı. Böylece, salt hidrojen/helyum atomlarıyla yapısı oluşan yıldızlar, "ilk kuşak yıldız'Tardır.

Eğer tüm gaz bulutlarının ilk kuşak yıldızlar halinde yoğunlaştıklarını hayal edersek, işlem ilk ve son kez sona ermiş gibi görünür. İlk kuşak yıldızlar göreceli olarak küçük, sakin, ana sıralama üzerinde kolayca on dört milyar yıl süreyle kalabilecek ve bu nedenle şimdi de ana sıralama üzerinde yer alan yıldızlardır. Dahası, bu yıldızlar eğer çökerlerse bu işlemi göreceli olarak daha sakince tamamlayıp beyaz cüce haline gelirler.

Gerçekte içinde pek az gaz ve toz bulutu bulunan, tüm yıldızları ilk kuşak yıldızlar olan gökadalar vardır. Bu tür gökadaların ilkgökada aşamasında gaz bulutlarının dağılışı oldukça düzenli olmuş ve bulutların kendileri de göreceli olarak tekdüze bir büyüklüğe ulaşmışlardır.

İkinci Kuşak Yıldızlar

Oysa, bizim gökadamızı da içermek üzere bazı gökadalarda, bazı nedenlerle, gaz bulutları büyüklük yönünden tekdüze değildiler.

Daha büyük olan bulutlar daha yeğin yerçekimi alanına sahip olduklan için diğerlerinden daha çabuk yoğunlaşacaklardı. Böyle büyük kütleli bulutlardan dev kütleli yıldızlar oluşacak, bunlar kısa ömürlü olacak ve üstnova olarak patlayacaklardı.

Üstnovalar hemen hemen birdenbire, uzun bir gökbilimsel zaman ölçeği üzerinde görünecek ve pek çok gaz bulutu yıldız şeklinde yoğunlaşmak üzere zaman bulamamışken, bunlar patlayarak uzaya maddeler fırlatacaklardı.

Enerji dolu olan bu üstnova maddeleri gaz bulutlarıyla karı

şarak bulutları ısıtacaktı. Bulut ısındıkça kendisini oluşturan atomların rasgele devinimleri hızlanacak ve bu nedenle atomların dışa doğru hareket edip dağılarak ziyan olma eğilimleri artacaktı. Kendi yerçekimi altında yoğunlaşmaya başlamış olan ve soğuyan bulut bu yolla ısınıp genişleyecekti. Bu şekilde, yerçekimi alanının yeğinliği azalacak ve yoğunlaşma zamanının başlaması olasılıkla uzun bir zaman için ve hatta sonsuza değin ertelenebilecekti.

Bu nedenle erken dönemin üstnovaları iki işlevi yerine getirmişlerdi. Birincil olarak, gaz bulutlarını oluşum halinde tutmuş

ve onların yoğunlaşmasını önleyerek pek çok gökadanın bugün bile böyle bulutlar yönünden zengin olmalarını sağlamışlardır.

İkincil olarak, böyle bulutlara helyum'dan daha ağır çekirdekli atomları enjekte etmişlerdir. Ağır kütleli atom çekirdekleri hidrojen'le birleşerek toz partiküllerini oluşturmuş, bu şekilde bulutlar gaz ve tozu içermeye başlamışlardır.

Böylece şimdi var olan gökadalardan bazısı tüm kütlesinin yüzde ikisinden biraz fazlasını oluşturmak üzere yıldızlararası gaz bulutunu içerirken, üstnovaların pek etkin olduğu diğer gökadalar, tüm kütlelerinin yüzde 25'ine varan toz ve gaz bulutlarına sahip olmuşlardır.

I

Bulut yönünden zengin olan gökadalarda bulutlar düzgün bir şekilde dağılmamışlardır. Böyle gökadalar genellikle sarmal gökadalardır ve gaz ile toz bulutlar çoklukla sarmal kollarda yer almaktadır. Bizim kendi gökadamızın Güneş'in bulunduğu sarmal kollarında benzer bulutlar bulunmaktadır. Ve bazı tahmin-206

1ère göre, gökadamızın sarmal kollarının yarı kütlesi yıldızlararası gaz ve toz bulutlarından oluşmaktadır.

Gökadamızın dış yanlan o denli tozludur ki, onun yapısını gözlemlerken ciddi biçimde engellenmiş oluruz. Yıldızların sıklıkla bulunduğu Samanyolu düzleminde, bizlere yakın yıldızlardan başka hiçbir şeyi göremeyiz. Diğer her şey bulutlarla kapatılmıştır.

Normal ışıkta bırakın daha ötesini, gökadamızın merkezini bile göremeyiz.

Ancak, radyo dalgalarını kullanmayı öğrenmiş olmamız nedeniyle bulutları delip geçiyor ve gökadamızın merkezinin bol miktarda radyo dalgaları yayan pek etkin bir bölge oluşu nedeniyle de, bölge hakkında hemen her şeyi öğrenebiliyoruz.

Gökadamızda şimdi var olan yıldızlararası bulutlar on dört milyar yıllık sürede milyonlarca üstnova patlamasının etkisi altında kalıp bu nedenle önemli ölçüde tedirgin edilerek zenginleşmişlerdir. Büyük bulutların içerdiği atomların yüzde l'i kadarı (ya da kütlesinin yüzde 3'ü kadarı) helyum'un ötesindeki ağır atom çekirdekleridir. Bunlar yıldızlararası boşluğa üstnova patlamalarının inanılmaz gücüyle ve ağır atom ısınmasının patlayan yıldızlardan dışarı akmasıyla gelmişlerdir.

Arada bir, böylesine atomlar yönünden zenginleşmiş gaz ve toz bulutları, bizim gökadamızda ya da diğer gökadalarda bulunsunlar, büzülmeye başlayarak yeni bir yıldızı, birkaç yıldızı ya da tümüyle bir yıldız kümesini oluştururlar. Yıldızlararası bulutlarda ağır atom çekirdeklerini oldukça çok içererek oluşan bu yıldızlar "ikinci kuşak yıldızlar"dır. Bunların yapısı küçük, ancak ölçülebilen boyuttadır.

Güneş'imiz ikinci kuşaktan bir yıldızdır. 4,6 milyar yıl kadar önce, gökadamız yaklaşık on milyar yaşındayken oluşturulmuştur. Güneş bütün bu on milyar yıllık sürede, üstnova döküntülerinin bir bulutun üzerine dökülmesiyle meydana gelmiştir. Bu nedenle Güneş'in yapısının hemen hemen tümüne yakını hidro-207

jen/helyum olmasına karşın, elde ettiği hatırı sayılır miktar ağır atom çekirdeğini de içermektedir.

Eğer güneş gibi bir yıldız büyük patlamadan on milyar yıl sonra oluşabilirse, o tarihten bu yana başka yıldızlar da meydana gelmiş olabilirler. (Durum kuşkusuz böyledir. Çünkü çok ağır kütleye sahip olduğu için ana sıralama üzerinde ancak birkaç milyon yıl kalabilecek bazı yıldızlar bugün de ana sıralama üzerinde yer almaktadır. Bunun anlamı, böyle yıldızların birkaç milyon yıldan daha önce oluşmamış olmaları demektir). Gerçekte, günümüzde ve kendi gökadamızda, gökadamızın içinde kendi çevremizde bile oluşmakta olan yıldızlar bulunabilir. Ve bizler de bu durumun kanıtlarını bekleyebiliriz.

Sözgelişi, Oriyon bulutsusunda şu anda neler olmaktadır? Büyük bir toz ve gaz bulutu olan Oriyon bulutsusu belki de Güneş'imizin 300 katı büyüklükte toplam bir kütleye sahiptir ve içinde yıldızlar bulunmaktadır. Yoksa, bulutsu şimdi olduğu gibi par-layamazdı. Buradaki yıldızlar, toz ve gaz bulutlarıyla gizlenmiştir. Durum, buzlu camla yapılmış elektrik ampullerinde ışık veren teli ayrıntısıyla göremeyişimize, ama ampulün verdiği ışığı görebilmemize benzer. Ancak bu yıldızların büyük kütleli ve bu nedenle de pek genç olduklarına ilişkin belirtiler bulunmaktadır. Yıldızlar, bulutsu içinde oluştukları gibi yeni yıldızlar da aynı şekilde orada oluşum halinde bulunabilirler.

Eğer bir yıldızın oluşumu gerçekleşiyor, bir bulutsunun bazı bölümleri sıkışıyor ve büzülüyorsa; buraları yoğunlaşır ve ışık geçirmez hale girerler. Bulutsunun içinde bulunan yıldızlardan gelen ışık bulutsunun diğer yerlerini aşıp geçer, bulutsuyu parlaklaştırır. Ama, bulutsunun yoğunlaşmış bölümlerinden geçişte zorlukla karşılaşır. Bu nedenle,

Oriyon bulutsusunun içindeki yıldızlarla bizim aramızda küçük, koyu renkli ve aşağı yukarı daire biçiminde bölgecikler görülür.

Oriyon bulutsusunda böyle daire şeklindeki ışıksız yerlere ilk kez 1947 yılında dikkatleri çeken Hollandalı-Amerikalı gökbi-208

limci Bart Jan Bok (1906-1983) olmuştur. Sonuçta, bu dairelere

"Bok bulgurcukları" adı verildi. Bulgurcukların oluşum halinde yıldızları temsil etmeleri mümkündür (ama kesin değildir).

Yıldızlararası boşlukta milyarlarca yıl yoğunlaşmadan var olan bulutların, yıldız haline gelmek üzere yoğunlaşmalarının nedenini sorabiliriz. Belki de böyle bulutların içindeki gaz ve tozların rasgele devinimleri, yerçekimi alanını yeğinleştiren ve yıldız oluşturma işlemini başlatan daha yoğun bir ortamı meydana getirebilir. Ancak bu, pék olası bir durum değildir. Eğer olası bir durumsa, milyarlarca yıl önce gerçekleşmiş olması gerekirdi.

Gerçekte rasgele devinimler bir bulutu ağır ağır dağıtır ve yıldızlararası boşlukta vakuma benzer bir, biçim almak üzere eritir. Gene de, yıldızlararası boşlukta her noktada pek seyrek, incelmiş bir durumda gaz ve tozlar bulunmaktadır. Bunlar kısmen yıldızların ve yıldızlararası boşlukta bulunan bulutların oluşumlarında çekip almadıkları maddeleri, kısmen de bulutlardan çevreye dağılmış olan maddeleri temsil ederler.

Böyle yıldızlararası boşlukta bulunan maddeleri ilk kez 1904

yılında Alman gökbilimcisi Johannes Franz Hartman (1865-1936) açıklamıştır. Bir yıldızın tayfını incelemekte olan Hartman, tayf çizgilerinin kaymakta olduklarını saptamıştı. Bu durum yıldızın bizden uzaklaştığının işareti olabilirdi. Oysa gökbilimci, kalsiyum elementini temsil eden çizgilerin yer değiştirmediğini de saptamıştı. Kalsiyum elementi aşağı yukarı hareketsizlik halindeydi ve bu yüzden o yıldızın bir parçası olamazdı.

Yıldızla aramızda başka bir şey değil de " b o ş " bir alan bulunduğuna göre kalsiyum bu boşlukta yer almalıydı. Ve sonuç olarak, burası tam bir boşluk değildi. Kalsiyum burada pek seyrek olarak dağılmıştı. Ve ışık yıldızdan bize bir buçuk ışık yıllık bir uzay parçasından geçip gelirken çevrimli olarak kalsiyum atomlarının yanından geçecek ve ışık fotonunu emecekti. Sonun-Patlayan Güneşler — F.14

da yeterli fotonu emince tayfta dikkati çeker koyu renkli bir çizgi oluşacaktı.

1930 yılında İsviçreli-Amerikalı gökbilimci Robert Julius Trumpler (1866-1956), yıldızlararası boşlukta (inanılmaz derecede seyrek olmakla birlikte) uzak gök cisimlerini hatırı sayılır bi

çimde donuklaştırmaya yeterli olacak kadar toz bulunduğunu gösterdi.

Bu durumda yıldızlararası boşluktaki gaz bulutlarının şimdi de var olduğu ve milyarlarca yıldan sonra kimliklerini duyarlı bir denge durumu içinde korudukları sonucunu çıkarabiliriz. (Bu da, tıpkı Güneş'imizi oluşturan ve şimdi de varlıklarını koruduğu anlaşılan bulutlara benzer). Yıldızlararası gaz bulutları yoğunlaşma işlemini başlatacak denli soğuk ve sık yapıda değillerdir.

Ancak, yıldızlararası boşlukta tümüyle yok olacak kadar seyrek ve sıcak da değillerdir.

Bir yıldızın böyle bir gaz bulutundan oluşumunu başlatmak üzere denge durumunu, hafifçe ve geçici de olsa, bozacak bir neden bulunmalıdır. Dengeyi bozan bu "tetik" ne olabilir?

Gökbilimciler bu konuda birkaç olasılığı ileri sürmüşlerdir.

Sözgelişi, Oriyon bulutsusu içindeki büyük ve kızgın derece sıcaklıktaki genç yıldızlar şimdi güçlü yıldız rüzgârları arasında bulunmaktadır. Bunlara oranla bizim Güneş rüzgârımız yalnızca hafif esen bir meltem gibidir. İşte böyle yıldız rüzgârları çevresindeki tüm bulutsu kütlesini süpürürken gaz ve tozları önüne katıp onları yüksek yoğunluğa eriştirene kadar bir araya sıkıştırabilir. Bu da sırayla bulutsunun o kesiminde yerçekimi alanının yeğinliğini artırabilir; yoğunlaşma işlemi başlar, gaz ve tozlar giderek daha sıkışır,

yerçekimi alanı daha yeğinleşir ve böylece sürer. Bok bulgurcukları oluşur ve sonunda bir yıldız meydana gelir.

Ama, kızgın derece sıcaklıkta bulunan bu genç yıldızlar nasıl oluşmuşlardır? Özellikle Oriyon bulutsusu içinde güçlü yıldız rüz-210

garları, gazların yoğunlaşmasına nedeı. olacak biçimde var olmadan önce böyle yıldızlar nasıl meydana gelmişlerdir?

Burada birkaç olasılık bulunmaktadır:

Yıldızlararası bulutlar, yıldızlar gibi, bir devinim halindedir ve gökadanın en büyük kütlesini içinde bulunduran merkez bölgesinin çevresinde görkemli bir şekilde dönerler. Bu dönme hareketi sırasında bir güneşin yakınından geçebilir ve oradaki yıldız rüzgârları ilk basınç dalgası ve yıldız oluşumunu başlatabilir.

Ya da, iki yıldızlararası bulut karşılaşır ve birbirlerini hafifçe iterek küçük bir basıncı başlatabilirler. Ve iki bulut yalın bir bi

çimde birleşerek ayrı oluş durumlarından daha büyük yoğunlukta üst üste gelmiş bir alanı oluştururlar. Üst üste gelmiş olan alanın, yerçekimi alanı yeğinleşir ve yoğunlaşma işlemi başlar.

Ve hatta yıldızlararası bulut, yıldızlardan çok uzak bir bölgeden geçebilir ve bu nedenle sıcaklığı hafifçe düşebilir. Bulutu oluşturan atom ve partiküllerin devinimleri ağırlaşır ve bunlar sonuçta birbirlerinin üzerine düşerler. Bu şekilde bulutta sıkışma ve yoğunlaşma işlemi başlar.

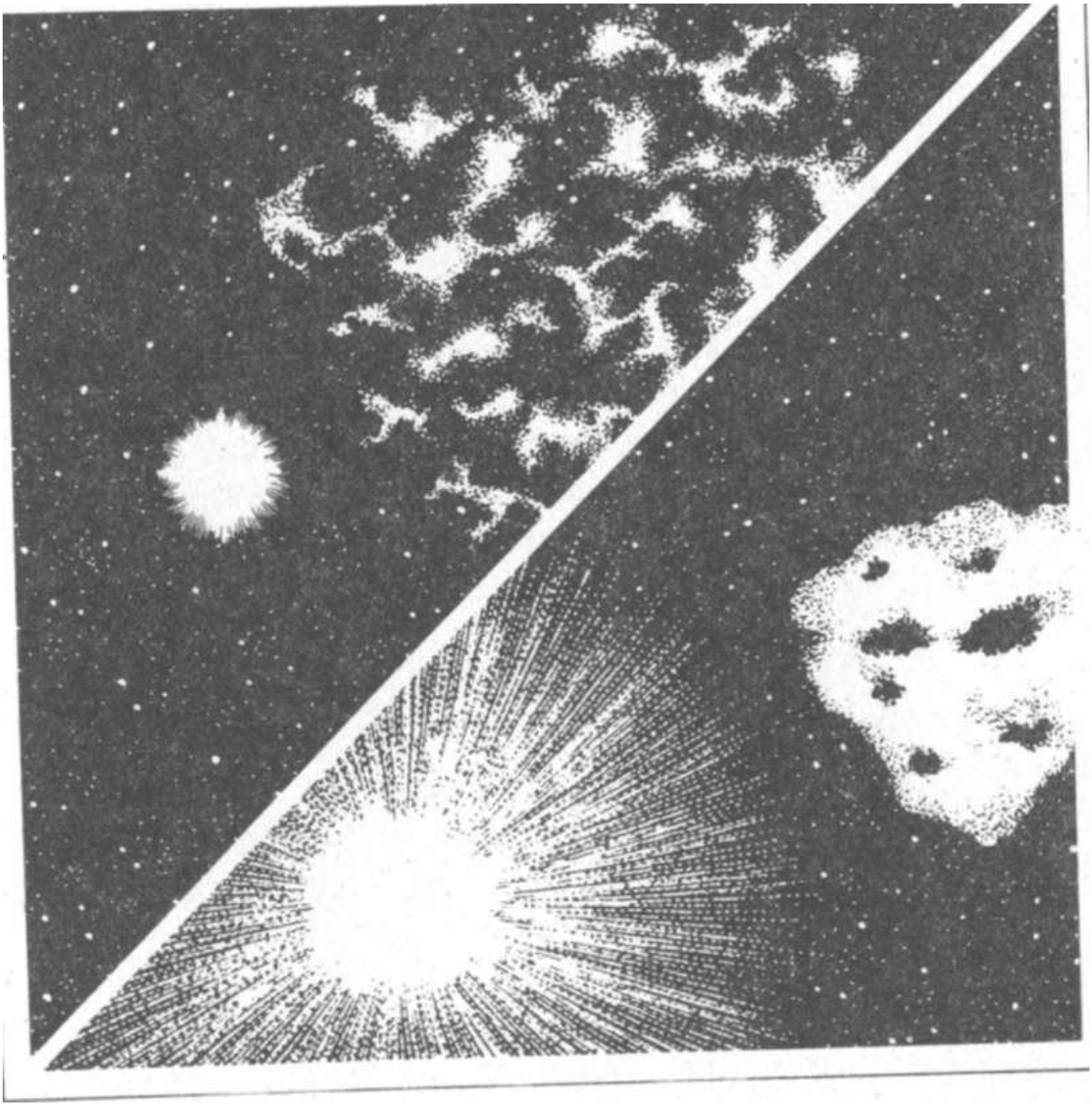
Bu olasılıkların hepsi duyarlı ve incelikli tetiklerdir. Bunlarla bir yıldızın oluşumunu başlatma olasılığı kuşkulu görünebilir.

Burada daha güçlü bir tetik bulunabilir mi?

Evet, bulunabilir! Eğer bir üstnova, bir yıldızlararası buluta göreceli olarak yakın bir yerde patlarsa, dışarı doğru fırlayan maddeleri, buluta bir şok dalgası gibi çarpacaktır. Bu durum, bulutun sıradan bir yıldızın

yakınından geçmesi, ikinci bir bulutla birleşmesi ya da soğuk bir bölgeden geçmesi hallerine göre çok daha şiddetle gerçekleşen bir olayı meydana getirir. Ve bulut üstnova patlamasının etkisiyle zorlu bir sıkışmayı yaşar. Ve böylece, yıldız oluşumunun başlaması için çok daha güvenli bir durumu yaşamış olur.

Daha önceki bölümde açıklamış olduğumuz gibi, elbette bir üstnova patlaması yıldızlararası bulutu ısıtıp onun yoğunlaşmasını önleyebilir. Ancak olay üstnovanın ne denli yakın olduğu-211



Görkemli bir üstnova patlaması yıldız oluşumu başlangıcını meydana

getirebilir.

na, bulutun ne denli yoğun olduğuna, vb. nedenlere de bağlıdır.

Bazı koşullar altında üstnovaların ısıtma etkisi, diğer koşullarda basınç etkisi egemen olur. Burada, sonuncu durumda yıldız oluşumu etkilenir.

Şu halde (hiçbir kesin kanıt bulunmamasına ve yalnızca olasılık durumunda kalmasına karşın, şöylece düşünebiliriz); 4,6 milyar yıl kadar önceleri, on milyar yıldır denge durumunda bulunan bir yıldızlararası buluttan birkaç ışık yılı uzaklıkta, belki bir üstnova patlamış ve bu üstnova belki de Güneş'imizi oluşturmaya yeterli olacak kadar basınç sağlamıştı?...

Eğer böyleyse, üstnovaların şu üçüzlü yardımlarını almış olarak onlara karşı gönül borcu duymamız gerekir: Birincil olarak, üstnovalar çok uzun sürelerle uzayı ağır kütleli atom çekirdekleriyle doldurmuşlardır. Eğer bunu yapmasalar, Dünya'mızı ve bizleri oluşturacak ağır atom çekirdekleri olan elementler uzayda bu denli çok olamaz ve yaşam başlayamazdı.

(Aynı şekilde evrende başka yerlerde diğer yaşam şekilleri de bulunuyorsa, onlar da üstnovaların bu katkısı olmasa var olamazlardı).

İkincil olarak, üstnovaların yaydığı enerji, büyük sayıda yıldızlararası bulutu olduğu durumda tutarak (işte bu bulutlardan birisinden sonuçta Güneş'imiz ortaya çıkmıştır), onların yeterli miktarda ağır kütleli atom çekirdeği olan elementleri elde etmeden yoğunlaşmalarını engellemiştir.

Üçüncül olarak, yakınındaki bir üstnovanın patlaması bir yıldızlararası buluta tetik görevi uygulayarak, bu anda yeterince ağır kütleli atom çekirdeği olan elementleri içeren o bulutun Güneş'imiz şeklinde oluşumunu sağlamıştır.

Gezegenlerin Oluşumu

Bir yıldızın (birden çok yıldızın ya da bir yıldız kümesinin) başlangıçta yıldızlararası bulutun sıkışmasıyla nasıl oluştuğunu ar-
213

tık görebiliyoruz. Ancak, Güneş'imiz gibi tek bir yıldız, çevresi yıldız olamayacak kadar küçük olan gök cisimleriyle, gezegenlerle sarılmış olarak ortaya nasıl çıkabilir?

Bu soruyu yanıtlamak üzere iki sınıf kuram öne sürülmüştür.

Bunları; 1) Felaketlerle, 2) Evrimle ilgili kuramlar olarak adlandırabiliriz.

Felaketlerle ilgili kuramda, yıldızların oluşumu (ister tek, ister çiftyıldızlar olsun) bir gezegen ailesi bulunmaksızın yalın bi

çimde ele alınır. Her yıldız (ya da hemen hemen yıldızların hepsi) tüm yaşamlarını ana sıralama üzerinde geçirebilir, sonra kırmızı dev halinde genişleyebilir ve sonunda çökebilir. Ve bütün var oluş sürelerini bir gezegene sahip olmaksızın geçirebilir.

Ancak, yıldızlardan herhangi birinin başına şiddet dolu bir olay gelebilir. İkinci bir yıldız, ele aldığımız bu yıldıza yaklaşabilir ya da yakınından geçebilir. İki yıldız arasında oluşan büyük yerçekimi iki yıldızdan da kütleleri çekip koparabilir ve kopan parçalar gezegen ailesi olarak belki de iki yıldızın çevresinde yer alabilirler. Ya da bir çiftyıldız sisteminde yıldızlardan biri geriye küçük parçalar bırakacak tipten bir üstnova patlaması ya

şayabilir ve bu küçük parçalar arkadaş yıldız tarafından kapılarak gezegen haline getirilebilir. Her iki durumda (ya da düşünülebilecek benzeri felaket durumlarında) gezegenler çevresinde dolandıkları yıldızdan gençtir (ve belki de çok daha gençtir.) Böyle felaketler pek seyrek gerçekleşir. Ve gezegenlerin oluşumunda felaketlerle ilgili kuram doğruysa, gezegenlerin pek az görülen olaylardan olması

gerekir. Bizim Güneş sistemimiz, gökadamız içinde böyle bir elin parmaklarıyla sayılabilecek kadar az olan gezegen sistemlerinden biridir.

Gezegenlerin oluşumunu evrime bağlayan kuramlarda, bir yıldızı oluşturan işlem aynen gezegenlere de uygulanır. Bu tür kuramlara göre, gezegenler çevresinde döndükleri yıldızlar kadar yaşlıdır. Sözgelişi, bizim Güneş sistemimizde merkezde bulunan ***214***

Güneş'ten en uzaktaki kuyrukluyıldıza değin tüm gök cisimleri aynı yaşta olacaklardır. Bu tür kuramlara göre, hepsi değilse bile çoğu yıldız bir gezegen sistemine sahip bulunacaktır.

Bu iki sınıf kuramdan hangisi doğrudur?

Soruya yanıt vermek güçtür. Çünkü bu konuda gerçek gözlemlere dayanan bir kararı veremeyiz. Günümüze değin bir yıldızın oluşumunu, gezegenlerle birlikte ya da onlar olmaksızın meydana geldiğini söyleyebilecek kadar yakından inceleme olanağına sahip olmuş değiliz. Aynı şekilde, şu ana değin gezegen sistemlerinin çok sık görüldüğüne (bunun anlamı, oluşumlarının evrimsel kurama bağlılığıdır) ya da pek seyrek olduklarına (bu da, oluşumlarının felaketlerle ilgili kurama uygun oluşu anlamına gelir) bile kesinlikle karar veremiyoruz. Şu anda tartışabildiğimiz tek konu, bazı kuramsal düşüncelerle her iki kurama uyan ya da karşıt olan noktaları saptamaktan öteye gitmemektedir.

Kuramlar üzerinde yapılan tartışmalarla, ikisi de 1940'lı yıllardan önce ileri sürülmüş olan felaketlerle ve evrimle ilgili olan her iki kuram sınıfının da, ciddi eksiklikleri olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu eksiklikler o denli ciddi boyutlara varmaktadır ki, düşünceli gökbilimciler her iki kuram sınıfını da reddetmektedir. İleri sürülmüş olan kuramlar o denli eksiklerle doludur ki, insan bunların karşısında neredeyse Güneş sistemi hiç var olmamış gibi tek akılcı sonuca bile varabilir.

Ancak, 1940'h yıllarda evrimle ilgili kuramda en kötü sayılan eksiklikleri ortadan kaldırmak üzere yeni uyarlamalar getirildi ve bunlarla Güneş sisteminin oluşumu doyurucu bir senaryoya bağlanmak istendi. Şu halde izin verin de, bu kuramın ilk uyarlaması olan ve kitabımızda daha önce incelenmiş Kant ve Laplace'ın 1700'lü yıllarda öne sürdükleri bulutsu hipotezini bir kez daha anımsayalım:

Bulutsu hipotezi "açısal moment" adı verilen bir özelliği işin içine katmaktadır. Yoğunlaşıp Güneş haline gelen yıldızlararası ***215***

bulut başlangıçta yavaş bir hızla dönmekteydi ve açısal moment bu dönüş toplamının ölçüşüydü. Dönüş miktarı kısmen dönüş

hızına ve kısmen de cismin tüm bölümlerinin dönüş ekseninden uzaklığına bağlıdır. Fiziğin çok iyi oluşturulmuş bir yasasına göre, kapalı bir sistemde (dışardan hiçbir şeyle karşılıklı etkileşimi olmayan bir sistemde) açısal momentin toplamı sabit kalmalıdır.

Yıldızlararası bulut yoğunlaşırken, tüm bölümlerinin dönüş ekseninden ortalama uzaklığı kararlı bir şekilde azalır. Bu azalmayı dengelemek ve açısal momenti sabit tutmak üzere, dönüş hızı artmalıdır.

Bulut yoğunlaştıkça dönüş hızını artırır ve merkezkaç etkisi, ekvatorunun dışarı doğru çıkıntı oluşturmasına neden olur. Bu yüzden başlangıçtaki biçimi aşağı yukarı küresel iken bulut şimdi giderek pide şeklini alır. Sonuçta, ekvatordaki çıkıntı çok büyüyünce bir madde parçası halka biçimini alarak ekvatordan kopup ayrılır. Halka biçimli parça gezegen olarak yoğunlaşır. Bulutun kendisi küçülmesini sürdürüp halka şeklindeki bir parça daha kopup ayrılana değin hızlanmasını artırır. Bu işlem, tüm gezegenler oluşana değin yinelenir. Ayrılan parçalar da yoğunlaşırken hızlarını artırır ve daha küçük madde halkalarını uyduları olacak şekilde uzaya fırlatırlar.

1800'h yıllar boyunca bulutsu hipotezi çok akla yakın bulunarak tutulmuştu. Ancak, başlangıçtaki buluttan kopan halka biçimindeki parçaların neden bir asteroit kuşağı oluşturmadığı ya da yalnızca

uzaya dağılmadıkları ve bunların yerine gezegenleri meydana getirdiklerini açıklamak hipoteze göre pek güçtü.

Daha da kötüsü, Güneş sistemindeki çeşitli gezegenler sistemin açısal momentinin yüzde 98'ini içerirken, Güneş'in kendisinin bu momentin yalnızca yüzde 2'lik bir bölümünü içermesiydi.

Gökbilimciler açısal momentin merkezde değilde çevreye dağılan madde halkalarından toplanmasının nedenini açıklayacak bir yol bulamamışlardı. Sonuç olarak, bulutsu hipotezi bir yana bı-

rakılmış ve elli yıla yakın süreyle felaketlerle ilgili kuramlar (tüm güç sorunlarıyla birlikte) popülarite kazanmıştır. .

Ancak, 1944 yılında Alman gökbilimcisi Carl Friedrich von Weizsäcker (1912-), bulutsu hipotezinin üzerinde bazı düzeltmeler yapmıştır. Gökbilimci, bulutun sakin ve bir beden halinde dönüşü yerine, bir dizi burgaçlar oluşturan çalkantılar halinde döndüğünü ileri sürüyordu. Bulut yoğunlaşır ve giderek pide şeklini alırken, burgaçlar merkezden daha uzakta yer alıp gitgide büyüyordu. Birbirlerine yakın olan burgaçlar birbirlerini süpürürken içindeki maddeler birbirleriyle çarpışıyor ve bireysel madde parçaları tek beden haline gelmek üzere birleşiyorlardı.

Birleşme yerinde maddeler giderek büyüyor ve sonuçta gezegen oluşuyordu. Her gezegenin Güneş'e göre pozisyonu bir öncekinden yaklaşık iki katı uzaklıkta oluyordu.

Weizsäcker'in geliştirdiği kuram, gaz halkalarının birleşerek gezegenleri oluşturmasının güçlüklerini elimine ederek gezegenlerin nasıl oluştuğunu görebilmeyi kolaylaştırmıştı. Oysa, Güneş

sisteminin açısal momentinin tuhaf dağılımına ne demeliydi? Weizsäcker'in geliştirdiği kuram, Güneş'in elektromanyetik alanını ve yoğunlaşma sürerken bu alandaki değişiklikleri göz önüne alarak durumu hemen sadeleştirmiştî. Şimdi açısal momentin merkezdeki kocaman Güneş'ten çevresindeki daha küçük kütleli gezegenlere kayışını anlamak olası duruma giriyordu. Gökbilimciler bu yüzden Güneş sisteminin oluşumunun temel ayrıntılarını sezinlemede kendilerini daha güvencede görmeye başlamışlardı.

Pekiyi, her bir gezegen büyüklük ve diğer özellikler yönünden neden ötekilerden farklıdır?

Eğer Güneş tümüyle hidrojen ve helyum'dan oluşan bir ilk ku

şak yıldızı olsaydı, gezegenler de ona çok benzeyeceklerdi. Tüm bulut bileşim yönünden hidrojen/helyum'dan oluşacak ve bunun anlamı da, gezegenlerin benzeri bileşime sahip bulunmaları demek olacaktı.

Helyum ve hidrojen (bunlardan ilki tek atom ve ikincisi de iki atomlu bir molekül olarak) pek düşük sıcaklıkta daha fazla birleşmeyip gaz olarak kalırlar. Onları bir yerde bir arada tutan tek şey yerçekimi güçleridir.

Hidrojen ve helyumTa oluşan bir bulutu hayal etmeye çalışalım: Yerçekimi güçlerinin kütleyi bir arada tutma eğilimi ile, bireysel atomlarla moleküllerin rasgele devinimlerinin kütleyi çevreye yayıp dağıtma eğilimi arasında sürekli bir çekim savaşı olacaktır. Büyük kütleli madde yoğunlaştıkça ve giderek daha da yoğunlaştıkça, yerçekimi gücü daha yeğinleşecek ve bulutu oluşturan beden daha sıkı bir biçimde bir arada tutulacaktır. Kütle soğudukça bireysel atomlar ile moleküllerin rasgele devinimleri yavaşlayacak, çevreye dağılma yolunda eğilimleri azalacak ve yeniden büyük kütle daha sıkı biçimde bir arada tutulacaktır.

Güneş oluşurken kütlesini bir arada tutmada hiçbir sorunu olmamıştır, çünkü Güneş sisteminin tüm kütlesinin yüzde 99'undan fazlasını kendi bünyesi içinde kapsıyordu. Bir gaz küresi durumunda olduğu için, koşullar uygun olduğunda kolayca dağılabileceği halde ve nükleer ateşleme altına girdiğinden kızgın derecede sıcaklığa çıkarak çevreye dağılma eğilimi güçlendiği halde, çok yeğin olan yerçekimi alanı sorun çıkarmadan Güneş'in kütlesini bir arada tutabiliyordu.

Gezegenler, Güneş'e oranla çok daha küçük hidrojen/helyum kütlesinden oluştuklarına göre, oluşumlarında çok daha büyük güçlüklerle karşılaşmış olmaları gerekir.

Şimdi gelişmesini sürdürmekte olan Güneş'ten kimi pek yakın kimi pek uzak olmak üzere değişen uzaklıktaki gezegenlerin oluşumunu hayal edebiliriz. Gezegenlerin hepsi; yerçekimi alanları, dağılma eğilimlerine karşı güçbela üstün gelirken ağır ağır büyüyeceklerdir. Ancak gezegenler bu şekilde gelişirlerken, artan yerçekimi alanı

yeğinliği atom ve moleküllerin çevreye dağılma eğilimine giderek daha çok baskın çıkacak ve bu şekilde ge-218

lisen gezegen gitgide artan hızla ("kartopu etkisi"ne benzer şekilde) büyüyecektir.

Sonunda, önemli tutarda hidrojen/helyum kütlesini içeren gezegenler, merkezindeki çekirdek kesimleri oldukça yüksek derecede sıcaklıkta olmak üzere, yoğunlaşacaklardır. Ama, gezegenler çekirdek kesiminde hiçbir zaman Güneş'in merkezinde yaşadığı sıcaklık ve basınç mertebesinde kızgın derecede sıcaklık ve yüksek basınca sahip olamayacak, bu deneyimi yaşayamayacaklardır. Bu nedenle hiçbir gezegen nükleer tepkime olayına giremeyecek, minik de olsa bir yıldız olma durumuna geçemeyecektir.

Bununla birlikte, gezegenler derinliklerindeki yüksek sıcaklıklara varan ısılarıyla kütlelerini çevreye yayıp dağılma eğilimini göstermelerine karşın, kütlelerini bir arada tutacak yerçekimi ye

ğinliğini sağlayacak kadar büyüktürler. Gezegenlerin kütleleri içerdikleri ısıyı iyi dağıtamaz, merkezleri çok sıcakken yüzeyleri soğuk kalır. İşte bu yüzeylerde gezegenleri çevreye yayıp dağıtıcı eğilim en kötü etkisini yapabilir.

Olasılıkla yoğunlaşan Güneş, nükleer ateşleme ve çevresini parlatma aşamasına eriştiğinde, gezegenler de büyük ölçüde oluşumlarını tamamlamış bulunuyorlardı. Ve bu böyle olunca iki yeni etken ortaya çıktı.

Bunlardan birincisi; Güneş, yaptığı ışıma ile yeni oluşmuş gezegenlerin yüzeyini ısıtacaktı. İkincisi; Güneş, her yöne doğru rüzgârlarını yayacaktı.

Gezegenin yüzeyinin ısınması, kütlesini yayılıp dağılma eğilimini en etkin olduğu yerde artıracak ve gezegenden hidrojen/helyum

buharları yükselecektir. O sırada esmekte olan Güneş rüzgârları, bu buharları gezegenden alıp uzaklaştıracaktır.

Doğal olarak, açıkladığımız bu iki etken Güneş'in yakınında en çok etkilidir ve Güneş'ten uzaklaştıkça etkileri azalır. Güneş'e en yakın olan gezegenlerin buharlaşma eğilimi en fazla olup bu tür gezegenler Güneş rüzgârları ile süpürülüp götürülme olayı-

na en çok açıktırlar. Bu nedenle Güneş'e yakın olan gezegenlerin kütlesi azalacaktır. Ve böyle olurken yerçekimi alanları da yeğinliğini yitirecek; bu şekilde hem buharlaşma hem de süpürme olayı ivme kazanacaktır. Sonunda, Güneş'e en yakın olan gezegenler dağılıp yok olacaklardır.

Güneş'ten uzaklık arttıkça, gezegen yüzeyini ısıtma ve rüzgârlarla süpürme etkileri en aza inecek; göreceli olarak büyük kütleli gezegenler yok olmaktan kurtulacaklardır. Ancak böyle gezegenlerin uyduları oluşmuşsa, bunlar daha zayıf yerçekimi alanları nedeniyle yok olmaktan kurtulamayacaklardır.

Şu halde burada şöyle bir sonuca varabiliriz: Eğer, Güneş'imiz bir ilk kuşak yıldızı olsaydı, durumuna uygun uzaklıkta birkaç gezegeni oluşacak ve bunlardan kimyasal bileşimleri genelde gaz olan Jüpiter, Satürn, Uranüs ile Neptün geriye kalacak; Güneş'imizin başka hiçbir gezegeni bulunmayacaktı. Güneş'in üzerinde insanların yaşadığı hiçbir gezegeni olmayacak ve gezegenlerde yaşayan herhangi bir canlıdan oluşan hiçbir madde görülemeyecekti. İlk kuşaktan bir yıldızın çevresinde dönen bir gezegen sisteminde bildiğimiz anlamda yaşam kesinlikle var olmayacaktı.

Dünya'nın Oluşumu

Varlığını üstnovalara borçlu olan Güneş ikinci kuşaktan bir yıldızdır. Bunun anlamı, Güneş sisteminin gerçekte oluştuğu yıldızlararası bulutun dört tür maddeden meydana gelmiş olması demektir.

Bu maddelerden ilk türü, yıldız ikinci kuşaktan bir yıldız olsa bile, başlangıçtaki bulutun kütlesinin yüzde 97'sini oluşturan hidrojen ve helyum'dur.

İkinci tür maddeler, hidrojen ve helyum'dan biraz daha ağır kütleli olan elementlerdir ki bunlardan karbon, azot ve oksijen 220

en yaygın olanlarıdır. Bu elementler, hklrojen'le birleşerek sırayla metan, amonyak ve suyu oluştururlar. Bu üçlüden su çoğu kez seve seve donar ve buzu oluşturur. Sıcaklık daha da düştükçe önce metan daha sonra amonyak donarak buza çok benzeyen biçimi alırlar. Gezegenlerin şekil aldığı sıralarda hüküm süren düşük sıcaklıkta bu üç bileşik (ve daha az oranda görülen benzeri bile

şikler) olasılıkla donmuş durumda bulunuyorlardı. Bunlara genellikle buzlar diyoruz.

Üçüncü türden maddeler olarak alüminyum, magnezyum, silisyum, demir ve nikel gibi daha ağır elementler bulunmaktadır.

Alüminyum, magnezyum ve silisyum (daha az yaygın olan elementlerle birlikte) oksijen'le "silikatlar" halinde birleşir. Dünyanın kayalık bölümlerini oluşturan bu silikatlardır.

Dördüncü tür maddeler arasında bulunan demir ve nikel atomları silikatların oluşumlarında da yer alırlar. Ama, ikisi birlikte daha saf olarak ve bazen benzeri ağır maddeleri pek az içererek bulunurlar. Bunlara, "metaller" diyoruz.

Öyle görünüyor ki, başlangıçtaki bulutun kütlesinin yüzde 97'slni oluşturan hidrojen/helyum ile daha küçük oranlardaki ağır kütleli elementler Dünya gibi bir gezegeni oluşturmaya yetersiz kalacaklardır. Bu yüzden Güneş'in bir ilk kuşak yıldızı de

ğil, ikinci kuşak yıldızı olduğu sonucuna rahatça ulaşabiliriz. Ancak, Güneş sistemin toplam kütlesi Dünya'nın kütlesinin 343.600

katına eşittir. Eğer bu toplamın yüzde 3'ü ağır kütleli element-lerse, böyle elementler Dünya gibi 10.000'den fazla gezegeni meydana getirmeye yeterli olacaktı.

Elbette ki, her şeye karşın ağır kütleli elementlerden yüzde 99'u aşkın bölümü Güneş'te kalmıştır. Oysa, Güneş'in çevresinde dönen tüm gezegenler hep birlikte Dünya'nın kütlesinin 448 katıdır. Eğer

bunun da yüzde 3'ü ağır kütleli elementlerden oluşuyorsa, gene böyle elementlerden Dünya büyüklüğünde on üçü aşkın gezegen oluşturulabilir.

Şu halde, Güneş gibi bir ikinci kuşak yıldızı tarafından Dünya'ya benzer bir gezegen kolayca meydana getirebilirdi.

İkinci kuşaktan bir yıldız gezegenlerini oluştururken önce kayalar ve metaller birleşmişlerdir. Silikat molekülleri ve metal atomları, elektronlar arasındaki elektromanyetik güç sayesinde birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır. Bu şekilde, kendilerini bir arada tutacak yerçekimi gücüne bağımlı kalmamışlardır. Pek yüksek sıcaklıklar olan iki, üç bin derecelerde çok küçük kütleler halinde olanlar bile birbirlerine bağlı durumda olmuşlardır.

Bu nedenle her gezegen olasılıkla kaya/metal bir çekirdeğe sahiptir. Başlangıçta kaya ve metaller birbirlerine karışmışlar ama gezegenin büyüklüğü artip merkezi giderek ısındıkça bu iki madde kütlesinin ayrılması kolaylaşmış, özellikle metaller ergiyecek kadar ısınınca işlem daha da kolay olmuştur. Elbette ki, kayalar metallerden daha yüksek ergime derecelerine sahiptir. Ancak kayalar ergimeseler bile yeterince ısınınca göreceli olarak yumuşarlar. Metaller kayalardan daha yoğun olduğundan ağır ağır aşağı doğru akar. Böylece, metaller gezegenin merkezinde toplanırken kayalar metallerin çevresini bir zarf gibi sararlar.

Bu şekilde Dünya'nın metalden çekirdeği ve onu zarf gibi saran kayaları bulunur. Venüs ve Merkür'de de durum böyledir.

Mars ve Ay, henüz açıklanamayan nedenlerle, göreceli olarak daha az metale sahip olmuşlardır. Bu iki Güneş sistemi üyesinde metaller silikatlarla birleşmiş durumdadır. Ve Mars ile Ay temelde kayalardan oluşmuş yapıdadır.

Metal/kaya çekirdeği oluşur oluşmaz bu çekirdeğin elektromanyetik alanı sayesinde gelişmekte olan gezegen çevresini buz tabakalarıyla kaplar ve daha sonra buzun üst kısmında hidrojen/helyum'dan oluşan bir tabaka meydana gelir. Büyük olasılıkla ikinci kuşak

yıldızlarda gezegenler, ilk kuşak yıldızlara göre çok daha çabuk şekillenirler.

Şu halde Güneş nükleer tepkimelerini başlatınca neler olmuştur? Güneş'e yakın olan gezegenlerin yüzeyi çok ısınmış ve güneş rüzgârlarının etkisine bütünüyle açık kalmışlardı.

Bu durumda Merkür çok sıcak ve Ay da çok küçük olduklarından yüzeylerindeki her şey süprülmüştü. Durum, Güneş'in bu tepkimesini başlattığı zaman büyük asteroit'ler (ya da küçük gezegenler-Çeviren) için de aynen geçerliydi. Oysa, Venüs ile Dünya yeterince büyük olduklarından ve Mars da Güneş'ten yeterli derecede uzak olduğundan oluşturdukları buzlarının bir kısmını korumuş, olasılıkla başlangıçta buzları silikatlarla gevşek bağlar halinde bulunmuşlardır. Venüs, Dünya ve Mars atmosferlerini oluşturacak maddelerini korumuşlardır. Mars'tan büyük ve Venüs'ten de daha soğuk olan Dünya böylece okyanuslarını oluşturmaya yeterli suya sahip olmuştur.

Asteroitlerin ötesindeki gezegenler Güneş'in ışınımından ve Güneş rüzgârlarından çok aşırı etkilenmeyerek buzlarını bir bölümü ile oluşturdukları hidrojen/helyum zarfını koruyabilmişlerdir. Aynı şekilde Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gezegen olarak varlıklarım sürdürebilmiştir. Ancak bu gezegenler ağır kütleli elementlere pek düşük oranda sahip olduklarından çevrelerinde bir ilk aşama yıldız varmış, ondan meydana gelmiş ve onun çevresinde dönüyormuş gibi bir görünüm sunmaktadırlar.

Güneş sisteminin dış taraflarının soğukluğu ve güvencesi içinde daha küçük gök cisimlerinin meydana gelmesi olasılığı bulunmaktadır. Bunlardan bazıları büyük ölçüde kayalardan oluşmuştur. Örnek olarak, Jüpiter'in en içteki büyük uydusu İo'yu gösterebiliriz. Bazıları ise, genelde buzlardan oluşmuştur. Örnekler, Jüpiter'in diğer iki uydusu olan Ganymede ile Callisto ve Satürn-

ün uydusu olan Titan; ayrıca daha uzakta yer alan Plüton gezegeni ile kuyrukluyıldızlar bulunmaktadır. Bazıları da hem kaya hem buzlarla meydana gelmiş olup örnek Jüpiter'in dördüncü uydusu olan Europa'dır.

223

Her ne olursa olsun, Dünya yaşamı oluşturabilecek koşullara ve bileşiklerde sahip olacak en uygun yerde meydana gelmiştir.

Ancak bir üstnovanın patlaması olmasa tüm bu koşullar ve bileşiklerin bir araya gelmesi mümkün olamazdı.

9
YAŞAM VE EVRİM

Fosiller

Üstnovalara olan büyük gönül borcumuz, bunların yalnızca Dünya'nın oluşumunun başlangıcı ve sona erişiyle ilişkilerini ele almamızla bitmez. Ayrıca yaşamın meydana gelişi ve gelişmesi yolunda üstnovaların oynadığı rolü göz önüne almalı ve bunu yapmak için de dikkatimizi gökbilimden yerbilim ve doğalbilime çevirmeliyiz. Önce, gezegenimizin geçmişini göz önüne alarak işe başlayalım.

Son iki yüzyıl boyunca Dünya'nın yaşını saptama younda yo

ğun çabalar harcanmış ancak 1896 yılında radyoaktivitenin bulunuşuyla yerbilimciler tarafından akılcı tahminler yapılana de

ğin bunda başarı sağlanamamıştır.

1907 yılında Amerikalı kimyacı Bertram Borden Boltwood (1870-1927), uranyumun kararlı ve pek'ağır biçimde kurşuna bölünmesi nedeniyle içinde bozulmamış ve som durumda uranyum ***Patlayan Güneşler — F.15***

ile kurşun bulunan kayalarda, bu iki maddenin miktarını saptayarak o kayaların yaşını saptamamn mümkün olacağını öne sürdü.

Gerçekten bu yolla uranyumun bölünmesi ve diğer bazı radyoaktif değişiklerin yaşının saptanması işlemi geliştirildi. Böyle ölçümlemeler yapılarak sonunda güneş sisteminin ve özellikle Dünya'nın yaşı 4,6 milyar yıl olarak saptandı. Bu süre hiç değilse, şu anda güneş sisteminde var olan belli büyüklükte gök cisimlerini oluşmran başlangıçtaki ilk bulutun ne kadar zaman önce meydana gelmiş olduğunu gösteriyordu.

Gerçekte Dünya yaşam süresi boyunca her türden yerbilimsel değişiklikleri yaşadığı için, gezegenimizin ilk oluşum evresinden bu yana yerinden kıpırdamamış, bozulmamış ve rahatsız edilmemiş olan kayalarını bulmak pek güç hatta olanaksızdır. Şu ana değin bulunan en eski kaya 3,4 milyar yıl yaşındadır. Bu nedenle Dünya'nın ilk milyarlı yıllarına ilişkin doğrudan bir kanıta sahip bulunmuyoruz.

Dünya'dan daha küçük ve yerbilimsel açıdan daha az "canlı"

olan Ay; 4,4 milyar yıllık kaya parçalarını elde etmemizi sağlamıştır. Ancak Ay bile başlangıcından bu yana tümüyle rahatsız edilmemiş bir durumda kalamamıştır. Var oluşunun ilk birkaç yüz milyon yılı içinde, Dünya ile birlikte Ay oluşum işlemleri tamamlanırken kendilerinden çok daha küçük olan gök cisimleri tarafından ağır biçimde bombalanmışlardır. Rüzgâr, su ve yaşam yüzünden bu bombardımanların izleri Dünya'dan silinmiştir. Oysa, Ay'ın üzerinde bulunan sayısız krater, böyle gök cisimlerinin çarpmasının açık izleri olarak aynen durmaktadır.

Büyük şansla bulmuş olduğumuz bazı göktaşları başlangıçtan, beri değişikliğe uğrayıp bozulmamışlardır. Ve bunların analiziyle güneş sisteminin 4,6 milyar yıllık yaşı en iyi biçimde ortaya konulmaktadır.

Yaşam, Dünya üzerinde son zamanlarda görülmüş olan bir olay değildir. Yaşamın, uzun tarihi boyunca Dünya'nın üzerinde var 226

olduğu ve doğrudan izlerinin kayaların içindeki fosillerde (ya da başka bir sözcükle taşıl'larda-Çeviren) bulunduğu kanıtlanmıştır. Fosiller, çok eski yaşam şekillerinin bir kısmının taş haline gelmiş artıklarıdır. Ve Dünya'nın yüzeyinin altında kalan kaya katmanlanyla bir arada bulunduklarından çok eski oldukları varsayılmaktadır.

Fosillerin varlığı eski çağlarda biliniyordu. Oysa bunlar Batı dünyası tarihinin büyük bölümünde önemsenmemiş ya da Dünya ile evrenin yaşının birkaç bin yıllık olduğuna dinsel inançlarla inandırılmış olduğumuz için fosiller inanılmayacak biçimlerde açıklanmıştır. Bilim adamları bile, bu dinsel inançları bırakmak ya da tersini göstermek yolunda isteksiz kalmışlardır.

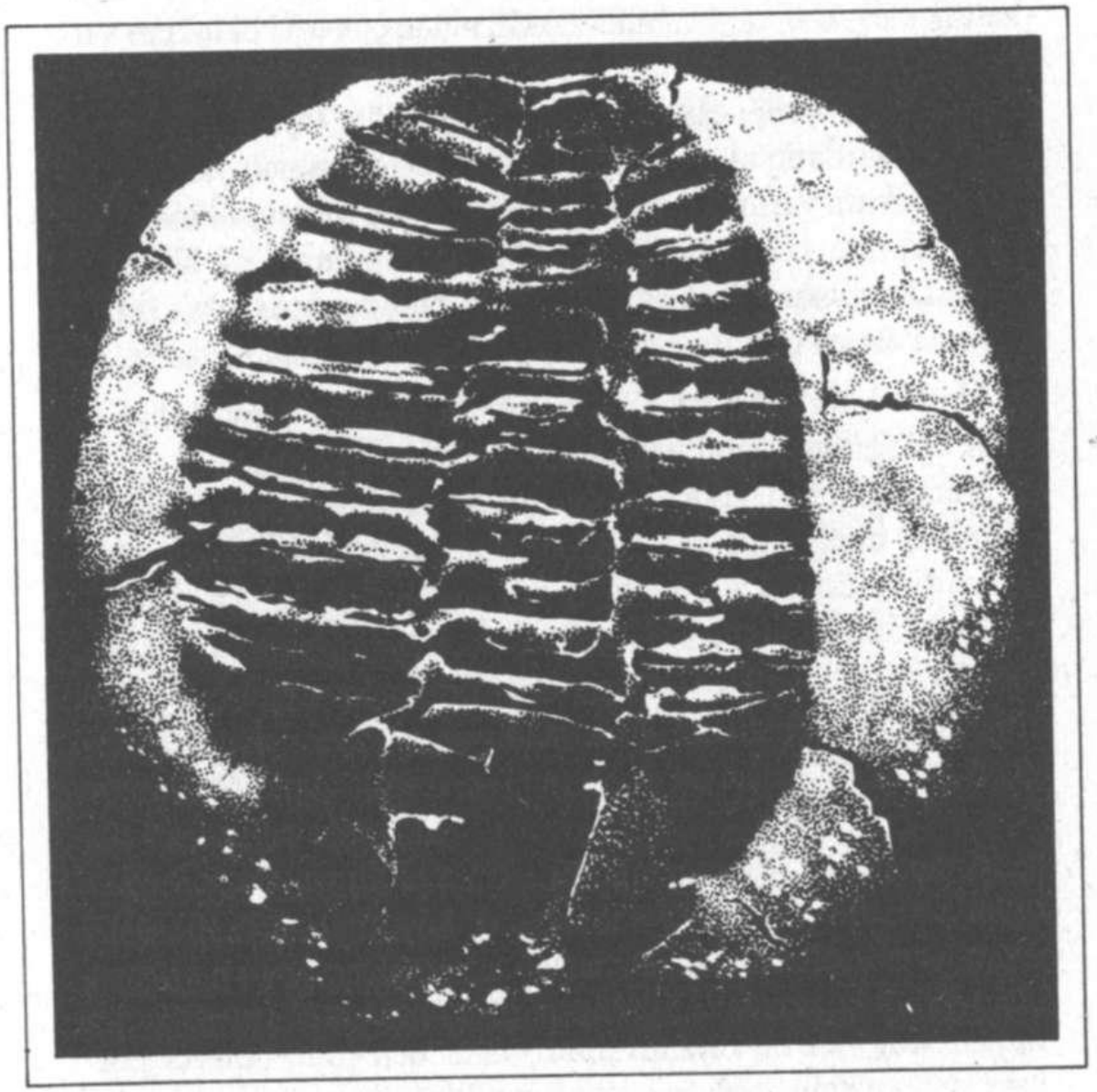
Ancak 1800'li yıllar boyunca bilim adamları Dünya'nın pek yaşlı olduğu gerçeğini kabullenmeye zorlanmışlardır.

Bilim adamları, şu ana değin fosillerin kesin yaşlarını sapta-yamamış olmalarına karşın, bunların göreceli yaşını kestirebil-mektedir. Yüzeyin altındaki kaya tabakalarının (ya da katmanlarının) hangisinin daha altta olduklarına bakarak hangi kayanın daha yaşlı olduğunu söyleyebilmektedirler. Öyle görülüyor ki, tortu tabakaları zaman geçtikçe Dünya'nın yüzeyini ağır ağır örtmüş, doğallıkla yüzeyden en derindeki katmanda en eski kayalar yer almışlardır.

Bir katmanın yaşı bir kez tahmin edilince, içinde bulunan fosillerin yaşı da doğallıkla kestirilmiş olur.

İçinde en eski fosilleri taşıyan kayalara İngiliz yerbilimcisi Adam Sedgwick (1785-1873) tarafından "Kambriyen" adı verilmiştir. Sedgwick bu kayaları şimdi Galler dediğimiz bölgede bulmuş ve incelemiş; bölgeye eski Romalılar, Kambriya adını verdiklerinden kendisi de bu kayaları benzeri adla adlandırmıştır.

Açıkça bellidir ki, Kambriyen fosilleri deniz canlılarının kalıntılarıdır. O döneme ilişkin fosil kayıtlarında hiçbir kara yaşamının izi görülmez. Bu yaşama egemen olan canlı türleri çeşitli kabuklulardır. Ve bunlara trilobitler adı verilmiştir. Zamanımızda 227



Yarım milyar yıl önce ölmüş bir deniz hayvanından geriye kalan iz.

yaşayanlardan trilobitlere en çok benzeyen hayvan türü atnalı yengecidir.

Kambriyen kayalarından daha eski olan kayaların tümüne birden "Prekambriyen" dönemi kayaları adı verilmektedir.

Radyoaktif bölünme aracılığıyla yaş saptaması ile en eski Kambriyen kayalarının ve dolayısıyla en eski fosillerin 600 milyon yaşında oldukları açığa çıktı. Bu sayı çok uzun bir dönemi ifade eder oysa Dünya'nın tüm yaşıyla kıyaslandığında en eski fosillerin bile göreceli olarak son zamanlarda oluştuğu görülür.

Dünya tarihinin ilk dört milyar yılından (ya da Dünya'nın ya

şamının sekizde yedisini oluşturan ilk dönemden) kalan kayaların içinde hiçbir fosil bulunamamıştı. Şu halde yaşam, Dünya tarihinin yalnızca son bölümünde yer almış olabilir miydi?

Doğabilimciler bu olasılığa inanamıyorlardı. Fosil oluşumu pek büyük oranda bir şans olayıdır. Ve fosiller yalnızca olağandışı durumlarda meydana gelebilirler. Sayılması olanaksız, milyarlarca organizma yaşamış ve artlarında taş haline gelmiş bir şey bırakmadan ölüp gitmişlerdir. Kötü bir şansla kocaman bir organizma grubu, böylece geriye hiçbir şey bırakmamış olabilir. Di

ğer yandan çok daha az yaygın olan organizmalar iyi bir şansla geriye pek çok fosil artıkları bırakabilir.

Öte yandan, organizmaların bazı bölümleri öteki bölümlerine oranla daha kolay fosilleşebilir. Dişler, kemikler ve kabuklar organizmaların sert bölümleridir ve yumuşak bölümlere kıyasla çok daha kolay fosillesin Böylece, 50.000 yıldan dört milyon yıla kadar değişen bir geçmişte Afrika ve Avrasya'da insana benzer yaratıklar yaşadıkları halde, onları temsil eden pek az fosil geriye kalmıştın Ve bu fosiller de, çoğu kez kafatası ve diş gibi insan bedeninin en sert bölümlerinin taşlaşmış kalıntılarıdır.

En eski fosiller arasında yer alan trilobitler, kabuklu canlıların artıklarıdır ve bunların daha o zamanda bile karmaşık bir yapıya sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Genelde bir organizma daha eski çağa ilişkinse daha az evrimleşmiştir ve yapısı daha az karmaşık haldedir. Şu halde Kab-riyen dönemi öncesinde organizmalar, trilobitlere kıyasla yaşamın daha az gelişmiş evresindeydiler ve bedenlerinde sert bölümler bulunmuyordu. Bunlar günümüzün yersolucanları ve sümüklüböcekleri gibi yumuşakça denilen organizmalar şeklinde olmalıydılar. Bu yüzden geriye hiçbir fosil bırakamamış olmaları kesinlikle o dönemde yaşamın bulunmadığı anlamına gelmemeliydi.

1950'li yıllarda Amerikalı doğabilimci Elso Sterrenberg Barghoorn (1915-1984), Superior gölü yakınlarında koloniler halinde mavi-yeşil denizyosunlarının fosilleşmiş izlerini buldu. Günümüzde de var olan mavi-yeşil denizyosunlan hücresel yaşamın en basit şekilleridir. Bunlar bakterilere çok benzerse de, aralarındaki tek fark mavi-yeşil denizyosunlan klorofili içerirken bakterilerin klorofili içermeyişidir.

Hem mavi-yeşil denizyosunlan hem de bakteriler, birbirlerinden ayrı olan hücre çekirdeği yapısına sahip değillerdir ve hücre çekirdeğini oluşturan maddeleri genelde hücrelerinin her yerine yayılmışlardır. Bunlara Eski Yunanca'da "hücre çekirdeği öncesi"

anlamına gelen prokaryotelsr denilir. Diğer bütün hücre türleri; yani tek hücreli bitki ve hayvandan çok hücreli hayvanlara (insanı da içermek üzere) değin organizmaların hücreleri ise, eu-karyotelerdii. Bu sözcük de, Eski Yunanca'da "gerçek hücre çekirdeği" anlamına gelir.

Fosilleşmiş durumdaki mavi-yeşil denizyosunlarını saptamak kolay değildir. Bunlar o denli küçüktür ki, mikroskop altında incelenmeleri gerekir. Ve bu minik hücrelerin böylesine duyarlı yapısal izleriyle mineralojik değil, biyolojik bir kökene sahip oldukları anlaşılır.

Bu şekilde gerçekleştirilen iş kolay değildi. Oysa, Barghoorn pek titiz çalışmaları ve aşırı derecede inandırıcı olan kanıtlarıyla çalışmasını

sunmuş bulunuyordu. Ünlü doğabilimcinin bulduğu ve incelediği kayalardaki ilk mikrofosiller iki milyar yaşın-230

daydı. Ama bilim adamı neye bakacağını bir kez öğrenince daha eski kayaların içinde böyle pek basit mikroskobik yaşamın izlerini buldu. 1977 yılında, Güney Afrika'da incelediği mikrofosil-lerin yaşı 3,4 milyar yıl olarak hesaplanıyordu.

Yaşamın Oluşumu

Dünya'nın 4,6 milyar yıl kadar önce oluştuğu anlaşılmaktadır, ancak bu sürenin ilk birkaç yüz milyon yılında, Güneşin çevresinde dönmekte olan Dünya aynı yörüngede bulunan oldukça büyük madde parçalarının sürekli bombardımanı altında kalarak dağdağalı günler yaşamış, böyle maddeler peryodik olarak Dünya ve Ay'a çarpmışlardır.

Yaklaşık dört milyar yıl önce Dünya yeterince sakinleşmiş, bugünkü durumuna benzer şekle girmiş ve üzerinde yaşanılır hale gelmiştir. Bu nedenle daha yarım milyar yıl geçmeden üzerinde en basit yaşam şekli görülmeye başlamıştır. Kalan 3,5 milyar yıl içinde (ya da Dünya'nın yaşamının dörtte üçlük kesiminde) çeşitli organizmalar sürekli olarak gezegenimizde kendilerine yer bulmaya çalışmışlardır.

Yaşam ilk kez nasıl oluştu?

Bu soruya tek olası yanıt (kuşkusuz, doğaüstü eylemler için elimizde hiçbir türden kanıt bulunmadığı için, bunları işe karıştırmayan yanıtlardan söz ediyoruz), Dünya'nın atmosferi ve okyanusları içinde bulunan rasgele basit moleküllerin birleşerek daha daha karmaşık molekülleri oluşturmuş olmaları şeklinde verilebilir. Sonuçta, yaşamla bağıntılı gördüğümüz özelliklere sahip olan karmaşık moleküller meydana gelmişlerdir.

Bu olay, milyarlarca yıl önce burada, Dünya üzerinde gerçekleşenlerle ya da aramızda pek çok ışık yılı uzaklıklar bulunan diğer dünyalarda görebileceklerimizle doğrudan

gözlemleyebileceğimiz bir olay değildir. Bununla birlikte olayla doğrudan ilgili olmayan kanıtları elde edebiliriz.

231

Olayı açıklayabilmek için, Dünya'nın ilk evrelerinde üzerinde bulunması gereken basit molekülleri göz önüne getirelim. Bilim adamlarının genel olarak benimsediklerine göre, bunlar buzları meydana getiren moleküllerdir. Ancak, tam bileşimleri üzerinde tartışmalar sürmektedir. Moleküller azot ve karbon'u içerirken ortamda kuşkusuz su da bulunuyordu.

Jüpiter gezegeni üzerinde ve Güneş sisteminin dış tarafında bulunan diğer dünyalarda karbon ve azot'tan her biri hidrojenle bileşikler halinde bulunur. Bunlar aynı şırayla metan ve amonyaktır. Venüs ve Mars'ta karbon oksijen'le birleşmiş (karbon dioksit) durumundayken azot atomları çiftler halinde azot mol-küllerini oluşturmuşlardır.

Bazı bilim adamları Dünya'nın ilk evrelerindeki atmosferinin amonyak, metan ile su buharından oluştuğunu ve okyanuslarının içinde de bol miktarda erimiş durumda amonyağı içerdiğini düşünürler. Diğer bilim adamları da, Dünya'nın ilk evrelerindeki atmosferinin karbon dioksit, azot, su buharı ve okyanuslarının ise önemli oranda suda erimiş durumda karbon dioksidi içerdiğini kabul ederler. Ayrıca atmosferin başlangıçta amonyak, metan ve su buharından (buna Atmosfer I diyeceğiz) oluşması; bunun doğal işlemlerle ve yaşamı işin içine karıştırmaksızın karbon dioksit, azot ve su buharına (buna da, burada Atmosfer II diyelim) dönüşebileceği düşünülebilir.

Atmosferler arasındaki seçim dirimsel önem taşımaz. Her iki atmosfer tipinde de hidrojen, karbon, azot ve oksijen atomları bulunur (ve bunlar herhangi bir organizmanın yumuşak dokularındaki atomların yüzde 99'unu oluştururlar). Dokuların geri kalanını oluşturan atomlar, dokuları sert tutan atomları da içermek üzere Dünya'nın ilk evrelerindeki okyanusların eriyiklerinde bulunuyorlardı.

Herhangi bir anda belirli basit moleküllerin (onlar hangisi ise) daha karmaşık moleküller haline geçmeleri için ne gibi işlemler gereklidir? Bu durumda basit çarpmalar ve rasgele yer değiştir-232

meler yeterli olmayacaklardır. Genelde basit moleküllerin daha karmaşık olanlara dönüşmesi enerji tüketen bir değişmedir. Di

ğer deyişle, değişikliği olası hale getirmek için sisteme enerji ikmal edilmelidir.

Oysa ki, Dünya'nın ilk evrelerinde sayısız enerji kaynağı bulunuyordu. Patlayan yanardağların ısısı, Dünya'nın yüzeyine dü

şen yıldırımların elektrik enerjisi vardı. Ve büyük bir olasılıkla Dünya patlayan yanardağları ve gökgürültülü fırtmalarıyla başlangıçta şimdikinden çok daha patırtılıydı.

Ayrıca, radyoaktivitenin sağladığı enerji bunlara ekleniyordu. Ve başlangıçta radyoaktivitenin yeğinliği şimdikinden çok daha fazlaydı. Çünkü, oluşumundan bu yana milyarlarca yıl geçmiş olduğu için başlangıçta var olan radyoaktif atomlardan önemli bir kesimi bölünmesini tamamlamış bulunur.

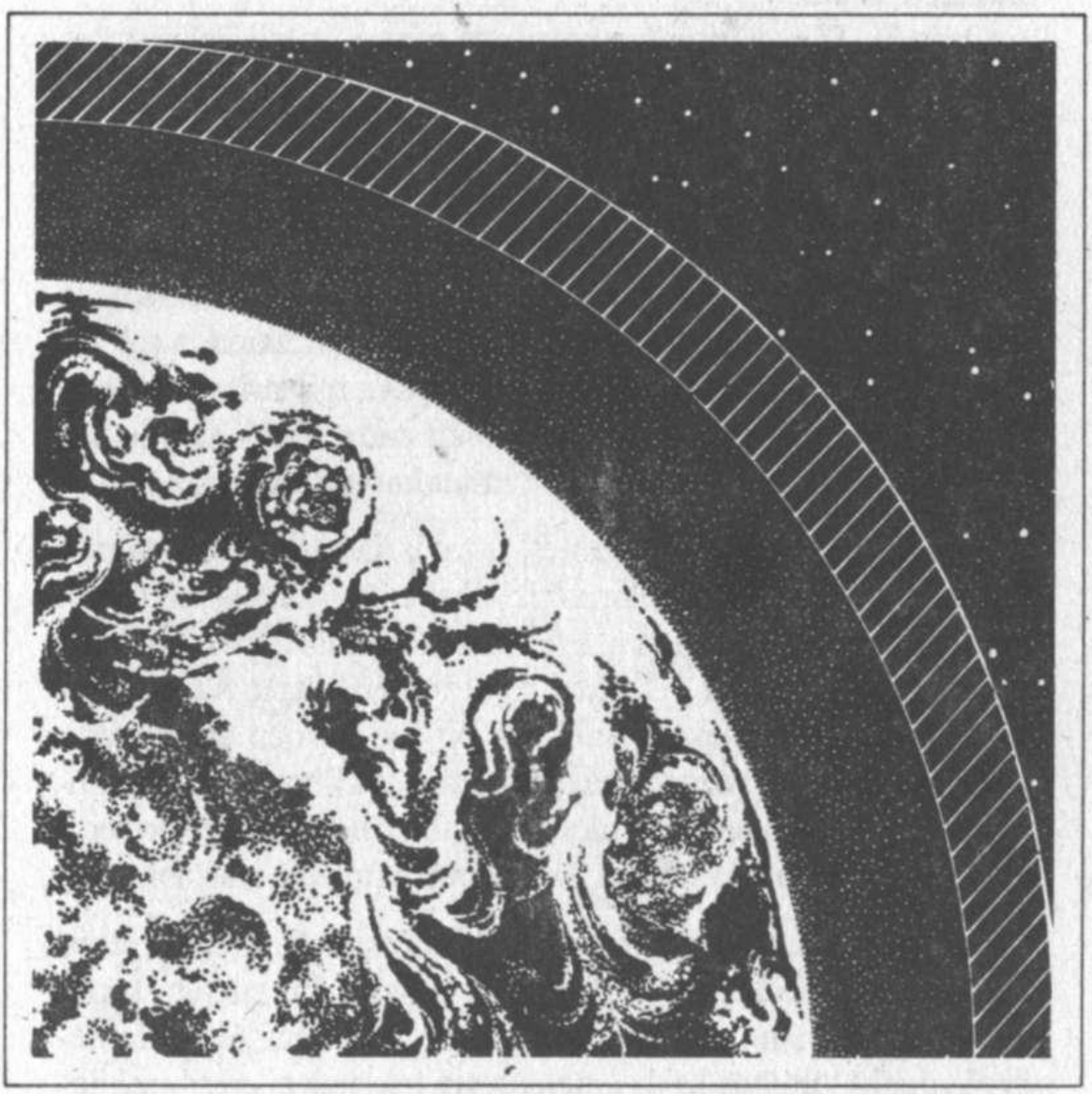
Son olarak, Güneş'in morötesi ışınımı da vardı. Günümüzde atmosferin yüksek tabakalarındaki oksijenin ozona çevrilmiş olması nedeniyle Güneş'ten gelen morötesi ışınların pek azı Dünya'nın yüzeyine ulaşır. (Oksijen iki atomdan oluşan molekülleri içerirken, ozon moleküllerinin her biri üç oksijen atomundan meydana gelir). Bu ozon tabakası yirmi beş kilometre (ya da on-beş mil) yüksekliktedir. Ve morötesi ışınların çoğunu geçirmedi

ğinden pek az morötesi ışın Dünya'nın yüzeyine ulaşabilir.

Ancak, oksijen atmosferin doğal bir öğesi değildir. Çok etkin olduğu için pek çok diğer maddeyle birleşir. Bu yüzden kendi haline bırakıldığında atmosferde hemen kaybolur. Atmosferdeki oksijenin tümüyle kaybolmamasının tek nedeni, yeşil bitkilerin sürekli oksijen oluşturmalarıdır. Yeşil bitkiler güneş enerjisini, karbon dioksit ile suyu birleştirerek nişasta ve diğer maddeleri oluşturma işleminde kullanırlar. Oluşturdukları bu maddeler de hayvanlar dünyasının

besinlerini meydana getirir. Oksijen, bitkilerin gerçekleştirdiği bu işlemde yan ürün olarak üretilir ve açığa çıkarılır.

233



Ozon tabakası ince ve çok seyrek yapıdadır ama yaşamı kozmik ışınımdan koruma konusunda dirimsel bir rol oynar. (Buradaki çizim gerçek ölçülere uygun olarak yapılmamıştır).

Yaşam oluşmadan önceki Dünya'mn ilk evrelerinde, gezegenimizde yeşil bitkiler ve oksijeni oluşturan işlemler bulunmuyordu. Bu nedenle atmosferde oksijen ve atmosferin yüksek kesimlerinde de bir ozon tabakası yer almıyordu. Bunun anlamı, morötesi ışınların Güneş'ten serbestçe Dünya'nın yüzeyine ulaşması demekti.

1952 yılında, Amerikalı kimyacı Stanley Lloyd Miller (1930-

) yapacağı bir deneye temiz ve sterlize edilmiş suyla başladı.

Bu suya hidrojen, amonyak ve metandan oluşan "atmosferi" ekleyerek bir tür Atmosfer I çeşitlemesi yapmış oldu. Bileşimi, içinde elektrik çıkışı olan bir aygıttan geçirdi. Böylece bileşime elektrik enerjisi girişi yaparak yıldırımın etkisini taklit etmiş oluyordu. Bir hafta süreyla işlemi sürdürdü sonra sudaki bileşikleri ayrıştırdı. Suda pek az "aminoasif'i içermek üzere basit organizma bileşiklerinin oluştuğunu saptadı (aminoasitler canlı dokuların anahtar bileşikleri olan proteinin yapıtaşlarıdır).

Diğer bilim adamları, deneyi enerji kaynağı olarak morötesi ışınları kullanıp yineleyerek aynı sonucu elde ettiler. Başkaları, Atmosfer H'yi çeşitli oranlarda değiştirerek daha karmaşık eriyikler elde edip aynı sonuca vardılar.

Sri Lanka doğumlu Amerikalı biyokimya uzmanı Cyril Pon-naperuma (1923-) bu konuda en bıkmak bilmez çalışmaları yaparak deneyimleri sürdürdü. Basit bileşiklerden canlı dokuların bir diğer anahtar öğesi "nükleik asitlerin" yapı blokları olan nükleotid adlı maddenin oluşumunu sonuçlandırdı. Ayrıca, Pon-naperuma yaşayan dokularda enerjinin kullanımıyla ilgili anahtar öğe olan adenosine trifosfat'ı oluşturmayı başardı.

Amerikalı biyokimya uzmanı Sidney Walter Fox (1912-) farklı yönde çalışıp aminoasitlerle işe başlayarak ve bunları ışı

ğın etkisi altında bırakarak proteine benzer maddeleri oluşturdu. Bunlar suda eriyerek hücreye benzer özellikleri olan minik küreleri

meydana getirdiler.

235

Yapılan deneyler böylece sürdürüldüğü halde en ilkel şekilde bile olsa, yaşam denilen sistemden uzakta kalınmıştı. Ancak, deneyler laboratuvarlarda küçük miktarda sıvıyla ve kısa sürelerle yapılmış olmasına karşın şaşırtıcı ilerlemeler elde edilmişti. Gene de elde edilmiş sonuçlar yaşam yönünde pek ufak ilerleme olarak benimseniyordu. Oysa, okyanuslar dolusu basit bileşiğin milyorlarca yıl enerji etkisi altında kalarak olayın gerçekleştiğini düşünürsek neler meydana gelebileceğini söyleyebiliriz. Bu durumda, "kimyasal evrim" sonunda olayın 3,5 milyar yıl önce ilkel hücrelerin oluşmasıyla sona erdiğini hayal etmek herhalde güç olmayacaktır.

Türlerin Gelişmesi

Yaşam kaç farklı zamanda oluşmuştu? Mavi-yeşil denizyosunları kimyasal evrimin bir yolundan, bakteriler başka bir yolundan mı meydana gelmişti? Her tür mavi-yeşil denizyosunları ve bakteriler tümüyle ayrı yollardan mı oluşmuşlardı? Trilobitlerin, dinozorların ve hatta insanların farklı türler biçiminde sona eren daha karmaşık kimyasal evrim yolları var mıydı?

Bu sorulara olumlu yanıt vermek olası görülmemektedir. Her tür bitki, hayvan ya da mikroorganizma için farklı kimyasal evrim yolu olsa ve bunlar göreceli olarak son zamanlarda gerçekleşmiş olsaydı, şu anda sürmesi gereken birtakım kimyasal evrimlerin bulunması gerekirdi.

Bunun yanısıra insan, kimyasal evrimin Dünya'nın ilk evrelerinin atmosferinde ve yaşam bulunmayan çevresinde oluştuğunu sezinlerken, bunun oksijen atmosferinde ve yaşam dolu bir ortamda oluştuğunu düşünmenin mantıksız olacağını anlardı.

Oksijen, yaşama yeterince yaklaşan karmaşık bileşikleri bölüp parçalayacak ve yok edecek kadar etkin bir maddedir. (Yaşayan organizmalardaki böyle bileşikler bugün çeşitli karışık yöntem-236

lerle oksijenden korunmaktadır). Sonra, bir kez yaşam meydana gelince, yaşama yaklaşan herhangi bir bileşik besin olarak bazı türlere uygun gelecek ve hemen yenilecektir.

Sonuç olarak yaşamın Dünya'nın ilk evrelerinde bir girişimle ya da belki içlerinden biri dirençli olan birkaç girişimin sonunda meydana geldiğini düşünmek hayli akılcı olacaktır. Özel bir yaşam biçimi bir kez meydana gelince ve direnip gelişince bu durum büyük olasılıkla kimyasal evrimi sona erdirmiştir.

Eğer böyleyse, başlangıçta var olan bir yaşam biçimi bugüne kadar neden tek yaşam biçimi olarak varlığını sürdürmemiştir?

Fosil kanıtlarına bakarak, geçmişte nasıl bu denli çok yaşam bi

çimi meydana gelmiş ve şimdi de nasıl bu denli çok canlı türü varlığını sürdürmüş durumda kalabilmiştir?

Fosiller incelenirse, farklı yaşam biçimleri arasında, kimisi daha fazla kimisi de daha az olmak üzere, açıkça ilişkiler bulunduğu görülür. Eski organizmalar belirli yönlerden çağdaş organizmalara benzer ve bu ikisi arasında çoğunlukla bir dizi fosil bulunur. Bu fosiller eski organizma türünden yeni organizma türüne doğru gelişen değişiklikleri gösterirler. Bu kanıt, biyokimyasal ve hatta gözlemlerle elde edeceğimiz diğer ipuçlarıyle desteklenip berkitilir.

Burada bulacağımız yanıt, organizmalar zamanla ağır ağır yav-rulayıp çoğalırken, yavrular büyüyüp'onlar da çoğalırken değı

*şime uğramalarıdır. Bazı organizma türleri yok olur. Bazıları farklı türden organizmalar **sanılacak** şekilde değişirler. Bazı organizma türlerinden iki ya da daha fazla organizma türü gelişir. Sonuç: Günümüzde var olduğu kestirilen iki milyon dolayındaki canlı türünün (bunlar, Homo sapiensrı yani çağdaş insanı da içerirler) daha eski organizma türlerinden, onların da sırayla daha eski organizma türlerinden geldiği ve böylece sürdürüldüğünde basit yaşam biçiminin 3,5 milyar yıl önceye kadar dayandığı ve organizma türleri aracılığıyla*

kimyasal evrimle başlayan yaşamın değişerek bugünkü organizma türlerine kadar gelindiği şeklin-237

dedir. En basit orijinal yaşam biçiminden çok geniş çeşitlilikte bugün varlığını sürdüren ya da yok olmuş yaşam biçimlerine doğru olan ağır gelişmeye "biyolojik evrim" adı verilir.

Başlangıçta bilim adamları tarafından biyolojik evrimin benimsenmesi iki nedenden ötürü güçtü.

İlk olarak, Batı dünyasında herşeye üstün tutulan dinsel görüşler, İncil'in metnine kelime kelime uyulmasında ısrarlı olmuşlardır. İncil ise, Dünya'nın birkaç bin yıl önce oluştuğu ve var olan her cardı türünün doğaüstü bir güç tarafından özellikle meydana getirildiği, tüm canlı türü bireylerinin başlangıçtaki bireyle aynı özellikleri taşıdığı görüşünü savunuyordu. Bu nedenle biyolojik evrimi benimsemek dinin temellerini sarsmak demek olacaktı. Pek çok bilim adamı içtenlikle dine inanıyor ve bu temelleri sarsmak istemiyordu. Kutsal sayılan şeylere karşı çıkanlar bile temkinli davranarak kızgın toplumun gazabını üstlerine çekmeye yanaşmıyorlardı.

İkinci neden, bilim adamları biyolojik evrimin gerçekleştiğine inanmış olsalar bile, ortada bunu gerçekleştirecek mekanizmanın varlığının görünmemesiydi. Kediler kedi yavrusu, köpekler köpek yavrusu, insanlar ise bebeklerini doğuruyor ama ku

şaklarla evrimin sürdüğüne ilişkin bir işaret görülmüyordu.

Böyle bir mekanizmamn varlığını ilk kez öne süren Fransız do-

ğabilim uzmanı Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) oldu. 1829

yılında Lamarck, organizmaların bedenlerinde bazı bölümleri fazla kullanırken diğer bölümleri daha az kullandıklarını ileri sürdü. Fazla kullanılan beden bölümleri gelişiyor, az kullanılanlar ise önemini yitirip yok oluyordu. Bu gelişme ya da önem yitirme yavrulara miras yoluyla aktarılıyor ve bu böylece sürüyordu.

Sözgelişi yaprakla beslenen belli bir antilop, sürekli olarak daha daha yüksek yüksek dallara uzanıp yaprakları yiyecekti. Yıllar geçtikçe boynu ve aynı şekilde uzanmaktan ötürü ayakları ***238***

uzayacaktı. Uzayan boyun ve ayaklarını yavrusuna özellik olarak aktaracak, yavrusu da dallara uzanmayı sürdürecekti. Sonunda, pek çok antilop kuşağı geçtikten sonra antilop zürafa olacaktı. İnsanlarda bazı özelliklerin kazanılması için o denli çok kuşağın geçmesi gerekliydi ki, değil bir insanın ömrü insanlık tarihi boyunca bile değişiklikler dikkati çekmeyecekti.

Ama, böylece kazanılmış özelliklerin miras bırakılarak evrimleşmesi fikri yanlıştı.

Yanlışlığın ilk nedeni; gerçek deneylerle kanıtlandığı gibi, böyle kazanılmış özellikler mirasla sonraki kuşaklara aktarılamıyordu. 1880'li yıllarda Alman doğabilimcisi August EL. Weisman (1834-1914) böyle bir deney yaparak doğumlarından hemen sonra 1.592 fare yavrusunun kuyruklarını kesti. Daha sonraki yirmi iki fare kuşağında da yavruların kuyruğunu kestiği halde fareler gene normal kuyruklarıyla doğmayı sürdürmüşlerdir.

İkinci neden olarak, değişen pek çok özellik hayvanın bilinçle kullanmadığı beden bölümlerini işin içine katıyordu. Örneğin, evrimle kazanılmış bedenin renklenmesi özelliği hayvanın bulunduğu zemine uymasını sağlıyor ve bu yolla hayvan düşmanlarına karşı güvencede oluyordu. Bununla birlikte sözgelişi bir bukalemunun bilinçli olarak rengini değiştirmesi ve bu nedenle daha verimli olan bu mekanizmayı yavrularına aktarması, hayvanın kendisi için kavrayamayacağı bir durumdu.

1859 yılında İngiliz doğabilim uzmanı Charles Robert Darwin (1809-1882) konu üzerinde on dört yılı aşkın süreyle kanıt topladıktan sonra başka bir öneriyi ileri sürdü.

Ünlü bilim adamı Darwin, belli bir türün bir kuşağında üyelerden bazısının diğerlerinden biraz farklı özelliklerde (daha yavaş ya da

daha hızlı, daha kısa ya da daha uzun, daha güçlü ya da daha güçsüz, daha kırmızı ya da daha mavi, vb...) olduğunu öne sürüyordu. Bu küçük farklılıklar rasgele oluşuyor ve şu ya da bu yönde sapma gösteren özellikteki bireyler (ortalamaya göre) bazen daha başarılı olarak sağ kalmayı garantiliyorlardı.

239

Böylece kurtulup sağ kalan bireyler bu farklı özelliklerini yavrularına aktarıyor ve gene ortalamadan biraz farklı; daha yavaş

ya da daha hızlı, daha kısa ya da daha uzun, daha güçlü ya da daha güçsüz, daha kırmızı ya da daha mavi, vb... olma özellikleri sürüyordu. Yeniden, yaşama daha iyi adapte olup da sağ kalmış ve yavrulamış olan bireyler çok uzun sürelerde gene daha yavaş ya da daha hızlı, daha kısa ya da daha uzun, daha güçlü ya da daha güçsüz, daha kırmızı ya da daha mavi vb. özelliklerde oluyorlardı. Farklı yerlerde ya da farklı yaşam koşulları altında, farklı özellikler üstün geliyor ve bu nedenle türlerin hiç değilse bir ikisi ya da daha fazlası hiç değilse bir ya da birden fazla sistematik değişikliğe sahip oluyorlardı. Bazı durumlarda değişiklikler belli türün üyelerinde başarılı sonuçlar vermiyor ve hiçbir değişiklik üstün çıkamayarak bu değişikliği taşıyan türün örneği ortadan kalkıyordu.

Bir anlamda doğa, değişiklikler arasında rasgele seçim yapıyor ve böylece "doğal seçimle biyolojik evrim" meydana gelmiş

oluyordu. Bu bakış açısından da, evrim üstün gelmiş oluyordu.

Darwin'den günümüze öne sürdüğü kuram üzerinde pek çok sadeleştirmeler yapılmış ve kuramın şu ya da bu ayrıntısı üzerinde tartışmalar sürdürülmüştür. Doğabilimciler evrimin mekanizmalarının ayrıntısı üzerinde tartışadursun, hiçbir doğabilimci evrim gerçeğine karşı çıkamamıştır. Bu durum, insanların saatin nasıl çalıştığını tartışmalarına karşın, saatin zamanı bildirdiği ger

çeğine karşı çıkamamalarına benzemektedir.

Genetik

Darwin'in kuramında açıklamasız bıraktığı konulardan biri, bir türün üyeleri arasındaki doğal değişmelerin evrimin gelişmesinde işe nasıl karıştığı yolundaydı. Bir türün üyelerinden bazılarının ötekilerden biraz daha hızlı olduklarını varsayalım. Ve bu 240

hızlılık, tür için değerli bir özellik olsun; türün kurtulup sağ kalmasında katkı sağlasın. Böyle hızlı üyeler yavaş üyelerle çiftleş-

meyécek ve orta hızlılıkta yavruları üretmeyecekler midir? (Bu soruyu soruyoruz, çünkü organizmalar genellikle çiftleşmeden önce diğerlerinin kendilerine uygunluğunu araştırmazlar). Ger

çekte organizmalar arasındaki çiftleşmeler (bunların büyük öl

çüde rasgele gerçekleştiği görülmektedir) genellikle özelliklerdeki tüm aşırılıkları budamayacak ve doğal secimin kapsamı için geriye bir şeyi kalmayacak büyük sayıdaki orta özellikte üyeleri oluşturmayacak mıdır?

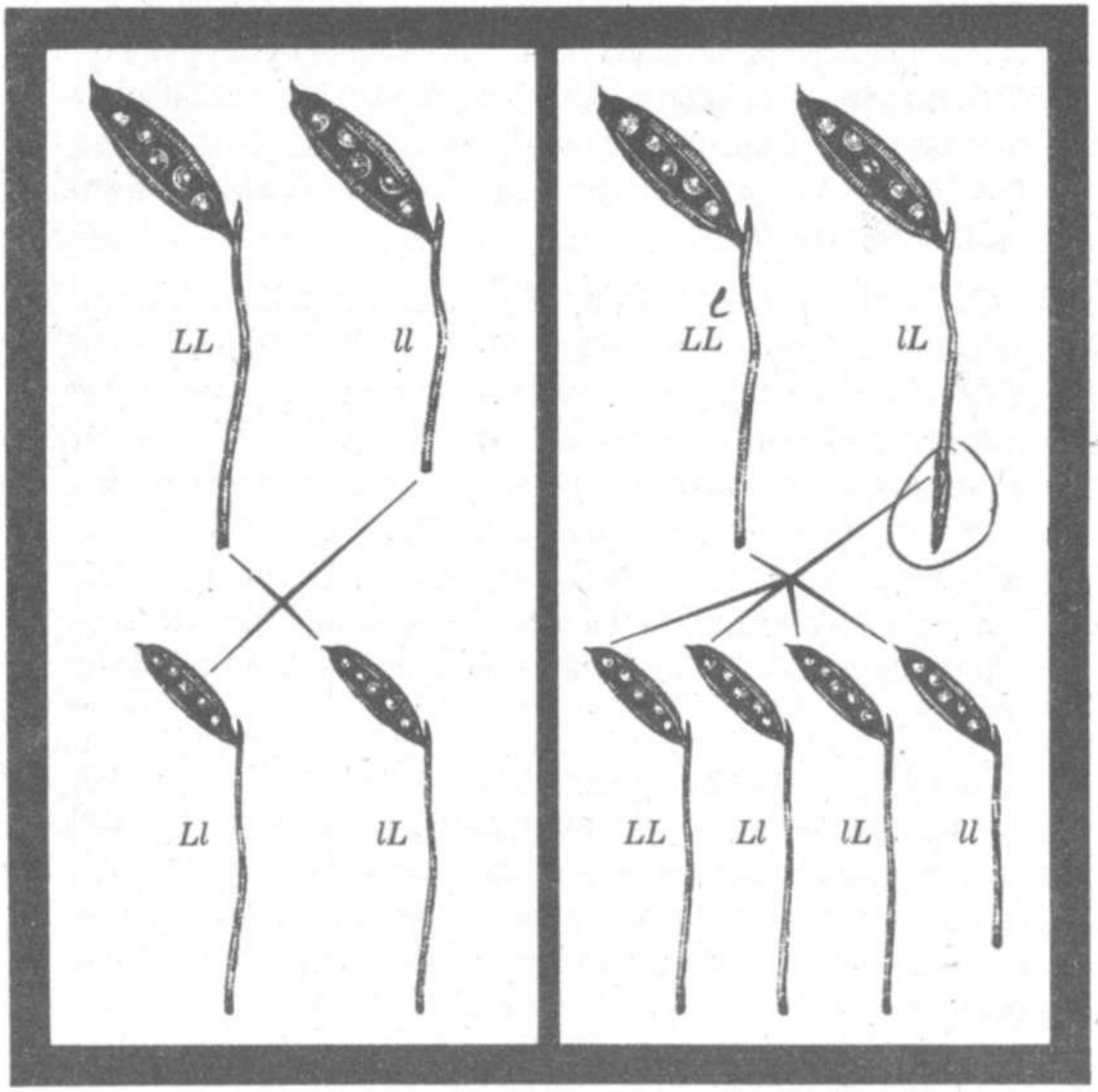
Durumunun böyle olmadığı 1885 yılında gösterildi. Avusturyalı bitki uzmanı Johann Gregor Mendel (1822-1884) bezelye bitkisini çok dikkatle çapraz melezledi ve yeni bitkilerin ortaya koyduğu özellikleri inceledi. Mendel, sözgelişi uzun bitki saplı bezelyeleri kısa bitki saplı bezelyelerle çapraz melezlemiş ve yeni bitkilerin tümünde bitki sapının uzun olduğunu saptamıştı. Yeni bitkileri kendi aralarında çapraz melezleyince bunlardan olu

şan yeni kuşak bitkinin bazısının uzun diğerlerinin kısa bitki saplı olduğunu ve bunların arasındaki sayısal oranın da 3:1 olduğunu görmüştü.

Mendel olayı her bitkide sap uzunluğunu "bir t ü r " yöneten iki etken bulunduğunu varsayarak açıkladı. Uzun saplı bitkilerde, uzunluğa yardım eden iki etken vardı ve böyle bitkiler LL

olarak adlandırılıyordu. Kısa saplı bitkilerde de sapın kısalığını oluşturan benzeri ama özdeş olmayan iki etken bulunuyordu ve böyle bitkiye de küçük harflerle 11 diye gösterebiliriz.

Uzun saplı bitkilerin kısa saplılarla çapraz melezleştirilmesinde her iki bitki, yavru bitkiye tek etkenle katkıda bulunur ve bu etken rasgele seçilmiştir. LL bitkisinin katkıda bulunduğu etken, ikisinden hangisi olursa olsun L olmalıdır. Aynı şekilde, 11 bitkisinin katkıda bulunacağı etken de 1 olmalıdır. Tüm yavru bitkilerin her birinde durum Ll ya da İL şeklinde olur. Bu durumda, ***Patlayan Güneşler — F.16***



Mendel, genetik yasalarım bulmuştu. Bunlar o denli basit kurallardı ki,

herhangi bir kişi kolayca anlayabilirdi. Ama o güne dek kimse bu tür

olaylara dikkat etmemişti

L etkeni başattır ve özellikleri bitkide durumu kontrol eder. Bütün Ll ve İL bitkileri bu yüzden LL bitkisi gibi uzun saplı olurlar.

Ancak 1 etkeni, bitkide kontrolü görülmediği halde, kaybolmamıştır. Eğer Ll ve İL bitkileri kendi aralarında çapraz melez-lendirilirlerse her biri, yavru bitkiye yarı oranda L etkeni ve yarı oranda da 1 etkeni ile katkıda bulunurlar. Durum tümüyle rasgele bir şekilde oluşur. Ve bu yüzden meydana gelen dört yavru bitki LL, Ll, İL ve 11 olacaktır. Yavrulardan ilk üçü uzun saplı, biri kısa saplıdır ve aralarındaki sayısal oran 3:l'dir.

Mendel, diğer özelliklerde de durumun aynı olduğunu göstermiş; durumu, bugün "Mendel Kalıtım Yasaları" adını verdiğimiz biçimde özenle saptamıştır. Mendel yasaları rasgele çiftleşmeyle aşırılıkların budanıp atılmadıklarını, tersine inat edip ısrarla sonraki kuşaklarda üst üste göründüğünü belirtiyordu.

Ne yazıktır, bir bitki uzmanı olarak Mendel pek iyi tanınmıyordu ve yaptığı çalışmalar zamanının çok ilerisindeydi. Gerçekleştirdiği deneyleri ve elde ettiği sonuçları yayınlamasına karşın, 1900 yılına değin bunlara önem veren olmadı. 1900 yılında üç ayrı bitki uzmanı aynı sonuçlara birbirlerinden bağımsız çalışmalarla vardılar. Oysa, hepsi Mendel'in kendilerinden bir ku

şak önce aynı sonuçları saptadığını görmüş ve Mendel'e şeref payını tanımışlardı.

Bu durumda Darwin'in kuramındaki en büyük eksiklik olan aşırılıkların budanması konusu bir çözüme ulaştırılmış oluyordu.

Ancak, Mendel yasalarının gerektirdiği etkenlerin biyolojik ve kimyasal doğası nasıl olmalıydı?

1882 yılında Alman anatomi uzmanı Walther Flemming (1843-1005), hücrelere ilişkin araştırmalarını açıkladı. Flemming, hücreleri o yıllarda kimyacıların geliştirmekte olduğu yeni yapay boyaların etkisinde bırakma tekniğini geliştirmişti. Belirli boyalar, hücrenin içinde bazı özelliklerle uyum gösterirken diğer özellik-243

lerle bağdaşmıyordu. Özellikle bir boya, hücre çekirdeğindeki maddelerden bazısını boyamıştı. Flemming, hücredeki bu maddeye Eski Yunanca'daki " r e n k " sözcüğünden gelen kromatin (chromatin) adını verdi.

O dönemde hücre bölünmesi için hücre çekirdeğinin gerekli olduğu biliniyordu. Çünkü, çekirdeği çıkarılan hücre bölünemiyordu. Bu nedenle Flemming, hücrelerin etkin bir şekilde bölündüğü doku kesimini boyadı. Böylece, her iki kesimde kromatin boyanmış oluyordu. Boyama işlemi hücreleri öldürüyordu ama her bir hücre, bölünmenin farklı aşamasında bulunuyor ve bu şekilde kromatinin çeşitli aşamalarındaki bir dizi fotoğrafı çekilebiliyordu. Fotoğraflar uygun sıraya konulunca, Flemming birbirini izleyen olaylar hakkında fikir edinmiş oluyordu.

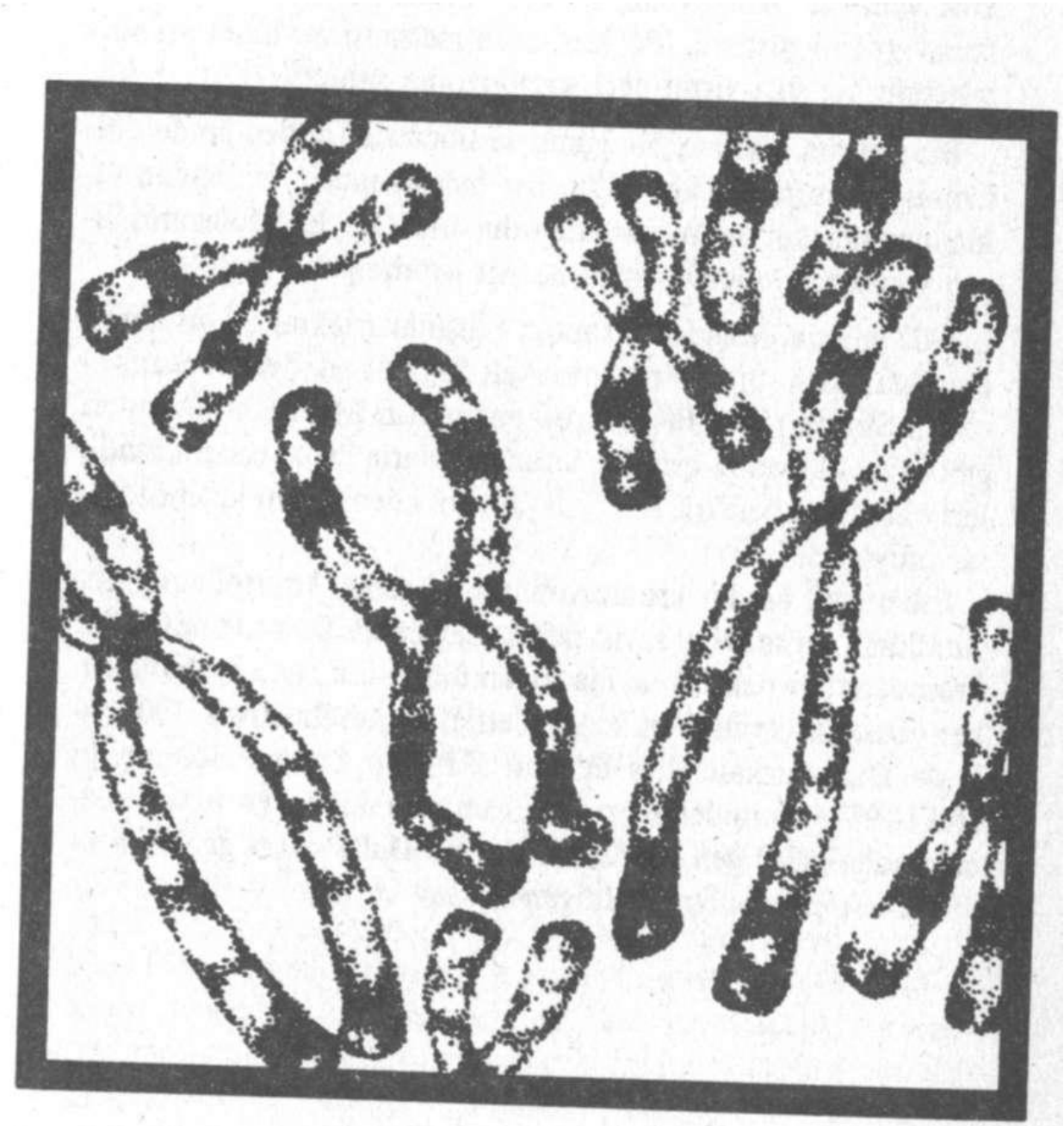
Hücre bölündükçe belirgin bir şekilde kromatinler minik, güdük çubuk çiftleri şeklinde ve gruplar halinde toplanıyordu; yani, çubuklar çiftler halinde bulunuyorlardı. Flemming, her bir çubuğa Eski Yunanca'da "Renkli beden" anlamına gelen kromozom adını verdi. Kromozomlar hücrenin merkez ekseni boyunca sıralanıyor ve sanki kendisinin tam bir benzerini üretmiş

gibi ikiye katlanıyorlardı. Böylece her bir çubuk çiftinden bir çift kromozom daha oluşuyor ya da başka deyişle ortaya dört kromozom çıkmış oluyordu.

Daha sonra kromozomlar ayrılıyordu. Dört kromozomdan her bir ikili, hücrenin bir ucuna, diğer ikili de hücrenin öbür ucuna gidiyordu. Sonra, hücre kendisini iki hücre şeklinde çekip ayırıyor ve her iki parçada da kromozomların tam takımı ikililer halinde bulunuyordu.

1887 yılında Belçikalı doğabilimci Edouard Joseph van Beneden (1846-1910) kromozomları daha fazla ayrıntısıyla inceledi.

Farklı türlerin her hücresinde kendine özgü sayıda koromozom bulunuyordu. Sözgelişi, her bir tam insan hücresinde yirmi üçlü çifteler halinde düzenlenmiş kırk altı kromozom bulunuyordu.



Yaşamın kopyasını içeren büyük yapılar olan kromozomlar.

Beneden ayrıca, bir organizma yumurta ya da sperma hücreleri oluşturduğunda, bu hücrelerden her birinin yalnızca yarım takım, yani

her çiftten yalnızca birisini içermek üzere kromozom ikmal ettiğini gösterdi. (Böylece insan sperması ve yumurtası hücrelerinin her biri yirmi üçer kromozoma sahiptiler).

Bir sperma hücresi, bir yumurta hücresini döllediğinde döllenmiş yumurta bir kez daha, her biri babadan ve anadan tamamlanmış tam kromozomlara sahip olur. Böylece döllenmiş insan yumurtası hücresi yirmi üç çift kromozoma maliktir.

1902 yılında, Mendel'in yaptığı çalışmalar tekrar tekrar kanıtlandıktan kısa süre sonra Amerikalı doğabilimci Walter Stanbo-rough Sutton (1877-1916), kromozomların Mendel'in etkenleri gibi davrandıklarını, gerçekte kromozomların bu etkenlerin kendileri olduğunu belirtti. Kalıtımı kontrol eden de bu kromozomlar oluyordu.

Elbette ki, her bir kromozomun bir özelliği kontrol ettiği dü

şünülürse, kromozom sayısı pek az kalacaktı. Bu nedenle her bir kromozomun pekçok sayıda molekülden oluştuğu ve bunların her birisinin bir özelliği kontrol ettiği düşünülmeliydi. 1909 yılında Danimarkalı bitki uzmanı Wilhelm Ludwig Johannsen (1857-1927) bu molekülleri Eski Yunanca'da "doğurmak" sözcüğünden gelen gen adıyla adlandırdı. Daha sonra genlerin incelenmesi çalışmalarına da genetik adı verildi.

10
NÜKLEİK ASİTLER VE MUTASYONLAR

Gen'in Yapısı

Gen nedir? Ne tür moleküllerden meydana gelmiştir?

Bu sorulara ilk üstü kapalı yanıt, Mendel'den başka kimsenin genlerin varlığını bilmediği 1869 yılında verildi. O yıl, İsviçreli biyokimya uzmanı Johann Friedrich Miescher (1844-1895) hücrelerin içinde hem azot hem de fosfor atomlarını içeren bir maddeyi saptadı. Bu madde, hücrenin çekirdeğinde {nucleus kesiminde-Çeviren) yer aldığından, sonunda "nükleik asit" adıyla adlandırıldı.

Gerçekte, nükleik asitin iki değişik şekli olduğu ortaya çıkarılmıştı. Bunlardan biri, "ribonükleik asit" (kısaltması RNA) ve diğeri de "dioksiribonükleik asit" (kısaltması DNA) idiler.

Genelde DNA hücre çekirdeği içinde sınırlı ve kısıtlı kalarak ger

çekte kromozomları temsil ediyordu. RNA ise, genelde hücre çekirdeğinin dışında bulunuyordu.

Başlangıçta nükleik asit dikkatleri fazlaca çekmedi. Çok basit bir bileşikti ve o denli küçük yapıdaydı ki, ancak sıradan işlevleri yapabileceği düşünülüyordu. Öte yandan, bilim adamları canlı dokulardaki gerçekten önemli moleküllerin sayısız çeşitlilikte ve bazıları binlerce atomu içermekte olan proteinler oldu

ğunu düşünüyorlardı.

Proteinler amino asitlerden yapılmışlardır ve amino asitler türlü şekillerde bir araya gelen yirmi çeşit halinde bulunmaktadır.

Amino asitlerin her birinin, birden otuza dek karışımıyla, yüzlerce karışık şeklini tahayyül edebiliriz. Amino asitlerin bir araya gelmiş her bir farklı düzeni, farklı özelliklerde farklı protein molekülünü temsil eder. Amino asitlerin birbirleriyle birleşmelerinden maydana gelecek olan düzenlerin matematiksel sayısı o denli, büyüktür ki, evrende bulunan atomların sayısından çok daha fazla farklı protein molekülü

bulunmaktadır. Eğer yaşam sonsuz derecede çok yönlü ve karmaşık ise, (öyle görülüyor ki) bunu sağlayan belki de sonsuz çeşitlilikte protein molekülünün bulunmasıdır.

"Nükleik asite gelince, bu asitin molekülü nükleotid (nucleotide) denilen ünitelerden oluşmuştu. Herhangi bir nükleik asit molekülünde nükleotidlerin yalnızca dört farklı çeşidi bulunuyor ve uzunca bir süre boyunca her nükleik asit molekülünün, her birinden birer adet olmak üzere dört nükleotidden oluştuğu sanılıyordu.

1879 yılından başlayarak nükleik asitleri ilk kez ayrıntılarıyla inceleyen Alman biyokimya uzmanı Martin L. A. Kossel (1853-1927) oldu. Kossel, nükleotidlerin kimyasal yapısı hakkında pek çok şey keşfetmiş, ayrıca sperma hücrelerinin özellikle nükleik asit (şimdi bunun DNA olduğunu biliyoruz) yönünden zengin 248

olduğunu ve spermada bulunan proteinlerin, çoğu protein molekülüne göre çok daha basit yapıda olduklarını bulmuştu.

Sperma hücreleri babadan kalıtımla geçen tüm özellikleri ta

şıdıklarından ve gerçekte sıkı sıkıya paketlenmiş kromozomları oluşturduklarından, bileşimleri önemli olmalıydı. Bileşimlerinde proteinden çok daha fazla DNA ile yüklü olduklarından, kalıtımda proteinin değil DNA'mn önemli olduğunu varsaymak do

ğal olacaktı. Oysa, o güne değin proteinin önemine güçlü bir inanışla bağlı bulunduğundan Kossel (ya da o dönemda yaşayan başka bir bilim adamı) için DNA'nın daha önemli olduğu sonucuna varmak olanaksız hale geliyordu.

1937 yılında İngiliz bitki uzmanı Frederick Charles Bawden (1908-), yaşamın en küçük şekline örnek olan ve nükleik asitin yanısıra proteinlerden oluşan virüsü buldu. Virüsler (şimdi bildiğimiz gibi) protein bir kılıf içinde paketlenmiş olan ve yalnızca nükleik asit moleküllerini içeren çok küçük canlı organizmalardır.

' Her virüs türünün, bazısı RNA bazısı da DNA olmak üzere, nükleik asiti kapsadığı görülmektedir. (Ancak, pek küçük olup virüse benzeyen bazı moleküller daha vardır. Bunlara ***prionlaı***

adı verilmektedir. Ama, şimdi de yapılarına ilişkin kesin sonuçlar elde edilebilmiş değildir).

Virüs molekülünün, hücreden daha küçük ve hemen hemen yalıtılmış durumda ve bir hücre içinde çoğalabilen kromozomlara benzeyen yapısının bu denli basit olduğu göz önüne alınınca, yapısında nükleik asitin var oluşu önem kazanmaktadır. Ancak, proteinin önde gelen önemine her zaman inanmış olan bilim adamları, virüslerin protein bölümünün temel işlevsel ünite olduğu ve nükleik asitin yalnızca yan işlevleri başardığı fikrini benimsemişlerdi.

1944 yılında olayın dönem noktası gerçekleşti. O yıl içinde Kanadalı sonra Amerikalı doktor Oswald Theodore Avery (1877-249

1955) zatürree hastalığına neden olan iki bakteri türünü inceliyordu. Bunlardan biri, hücrenin çevresinde yumuşak bir örtü yapıyor ve bu yüzden "yumuşak" sözcüğünden gelen " Y " kısaltması ile anılıyordu. Diğeri, kaba bir yüzey oluşturuyor ve "kaba"

'sözcüğünden " K " kısaltması ile anılıyordu.

Belli ki, K bakterileri yumuşak bir örtü oluşturmalarına izin verecek bir genden yoksun bulunuyorlardı. Eğer Y bakterisi öldürülüp ezilirse; ölü hücre parçacıklarından birşeyler içeren bir eriyik elde ediliyor ve buna K bakterisi katılınca, hücrelerin örtü oluşturmasına neden oluyordu. Y bakterisinden elde edilen madde, K bakterisinde eksik olan genleri içermeliydi.

Doktor Avery ve iki çalışma arkadaşı çıkan bu maddeyi iyice saflaştırıp K bakterisine örtme yeteneğini veren öze varmaya çalıştılar. İşi bitirdiklerinde maddenin kesinlikle protein içermedi

ğini, yalnızca nükleik asitten oluştuğunu saptadılar. Şu halde geni oluşturan proteinler değil, nükleik asitti.

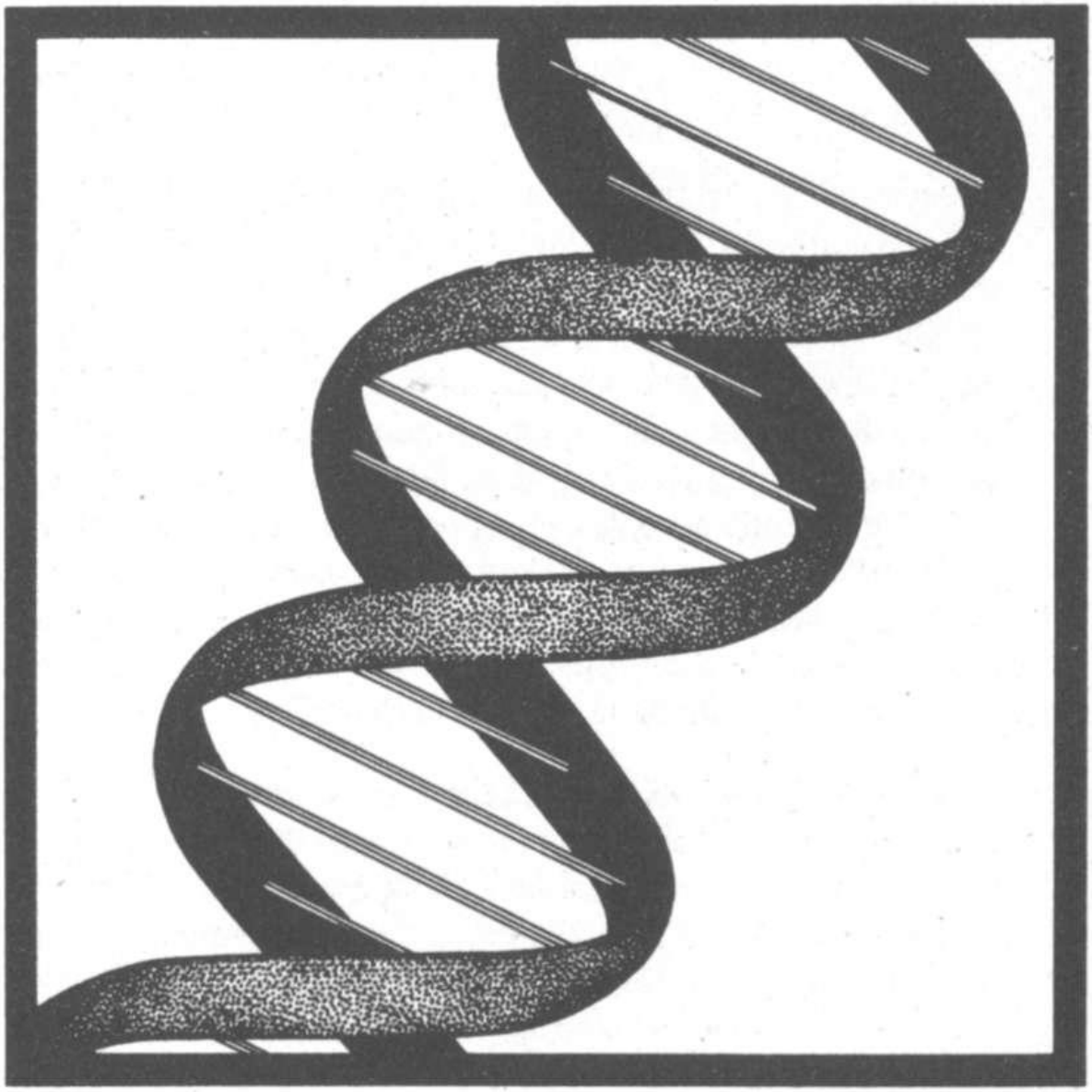
Zaman geçtikçe, nükleik asitlerin de proteinler gibi yüzlerce ye hatta binlerce zincirle yapılmış dev moleküllerden oluştuğu, zincir boyunca herhangi bir düzen içinde nükleotid'lerin dağılmış oldukları anlaşıldı. Kimyacıların nükleik asit moleküllerini basit molekül olarak düşünmelerinin tek nedeni, bunların hücreden pek kaba işlemlerle çekilip koparılmalarıyla parçalanmış

olmalarından doğuyordu. Daha ince ve duyarlı işlemlerle elde edilen parçalanmamış durumdakilerin dev moleküller olduğu kanıtlanmıştı.

Sonunda bilim adamları nükleik asit ve özellikle DNA molekülleri üzerinde ciddi biçimde düşünmeye' başlamışlardı.

1953 yılında iki bilim adamı, İngiliz Francis H.C. Crick (1916-

) ve Amerikalı James Dewey Watson (1928-) DNA'nın yapısı üzerinde birlikte çalışıp bu yapıyı bir açıklığa kavuşturdular. Bilim adamları, moleküllerin çifte sarmal eğri biçiminde düzenlenmiş iki nükleotid zincirini içerdiğini gösterdiler (yamVbun-250



Kromozomların içindeki deoksiribonükleik asit (DNA) molekülü, yaşamın bir kopyasını oluşturmaktadır.

lardan her biri yukarıya doğru birbirlerine paralel eğimler yapan sarmal merdivenler gibiydi).

İki nükleotid zinciri birbirlerine atomları arasındaki kimyasal bağlarla bağlanıyordu ve her iki zincir diğerinin ters çevrilmişi şeklindeydi.

Diğer bir deyişle, zincirlerden biri dışarı doğru çıkıntı yaparken diğeri içeri doğru bükülüyor, bu durum böylece sürerek iki zincir birbirlerine yaklaşıp sıkıca uyuyordu.

Böylece, kromozomların hücre bölümü işleminde yeni bir takımı oluşturmaları gerektiğinde, DNA moleküllerinin kendisinin kopyası oluşu problemi çözülmüş oluyordu. İki nükleotid zinciri (bir fermuarın açılışı gibi) birbirinden ayrılıyor ve her biri yeni bir zincirin oluşması için kalıp olma görevini yapıyordu. Yeni zincir kalıbın çıkıntılı olduğu yerde çıkıntılı, girintili olduğu yerde girintili olarak meydana geliyordu. Eğer başlangıçtaki iki zinciri A ve B diye adlandırırsak, A yeni bir B için kalıp görevini yaparken B'de yeni bir A'yı oluşturmak için kalıp oluyordu. Eski zincir açılırken yeni zincir oluşuyor ve böylece eski zincir açılmasını bitirdiğinde, birbirine sıkıca uyan ve kapanan, eskisine benzer iki zincir meydana gelmiş bulunuyordu.

1953 yılından beri bilim adamları hangi DNA molekülünün hangi yolla hücreyi denetlediğinin ayrıntıları üzerinde çalışıyorlar. DNA molekülü yalnızca dört farklı nükleotidden yapılmış

olmasına karşın, tek tür nükleotidler hücre denetiminin anahtarı değildirler. DNA molekülü birbirlerini izleyen üç nükleotid ("trinucleotides") grubu aracılığıyla çalışır. Her bir trinükleotid, birinci durumda dört nükleotid çeşitinin herhangi birine, ikinci durumda gene herhangi birine ve üçüncü durumda gene herhangi birine sahip olabilir. Bu nedenle trinükleotidlerin sayısı 4 x 4 x 4

ya da 64'tür.

Her bir trinükleotid özel bir amino asite karşılık gelir. (Amino asitlerden daha farklı trinükleotidler vardır. Bu yüzden iki ya da üç trinükleotid aynı amino asite karşılık gelebilir). Bir kro-252

mozomdaki uzun DNA zincirinin bir kesimi (ki bu kesim, bir geni oluşturur), kendi yapısını kuran trinükleotid zincirine kar

şılık gelen amino asit zincirinin üretilmesini yönetir.

Bu yolla oluşturulan proteine enzim adı verilir. Enzimler hücre içindeki bazı kimyasal tepkimelerin hızını denetleme yetene

ğine sahiptir. Kromozomlardaki tüm genler, hücredeki enzimlerin tamamının oluşumunu yönetir. Enzimlerin doğası ve her birinin göreceli olarak miktarı hücrenin karakteristik işlevlerini yapmasına ve bütün hücrelerin bir araya gelerek biz insanın ortaya çıkmasına izin verir; (ya da genlerin doğasına bağlı olarak başka türden bir organizmanın ortaya çıkmasını sağlar).

Genler ana babadan yavruya aktarıldıklarından, yavru da ana babanın türünde ve onların taşıdığı özellikleri taşıyarak doğar.

Bu yüzden köpek köpeği doğurduğu gibi, av köpekleri av köpe

ğini; bir çift özel av köpeği kendilerindeki özel işaret ve. özellikleri içeren yavruları dünyaya getirirler.

Gen Değişmeleri

Burada akla birtakım sorular gelir. Eğer DNA molekülü tam olarak kendi kopyasını oluşturuyorsa ve ana babadan özellikler yavrulara aynen geçiyorsa neden her organizma aynı takım genlere sahip değildir? Ve bu yüzden neden aynı fiziksel özelliklere sahip olmaz?

Farklı organizma türleri neden ve nasıl evrimleşmişlerdir? Belli bir tür içinde, sözgelişi av köpeklerinde neden yavrudan yavruya değişen özellikler bulunur? Ve neden tek yavru bile ana babadan farklıdır? Neden siz, erkek ya da kız kardeşinizden farklı bir görünüşe sahipsiniz?

Yanıt, DNA'nın her zaman kesinlikle tam benzeşmemesi nedeniyledir, şeklinde verilebilir. Uzun nükleotid zincirinde, zin-253

cirlerin biri diğerine kalıplık ederken bireysel nükleotidler hücre içinde yüzerler ve arada bir yerine hiç de uygun olmayan bir nükleotid, zincirin bir kesimine sıkışır. İtilip oradan çıkarılmadan zincir her iki

*ucundan birinde ilerler ve bu uygun olmayan nükleotid yerinde iyice sabitlesin Böylece A zinciri kendisine biraz **

*farklılıkla uyan B** zincirini üretmiş olur (buradaki yıldız yerine uygun olmayan nükleotidin varlığını gösterir). Daha sonraki benzerinde B** zinciri üretir. Ve böylece uygun olmayan DNA molekülü, belli bir türün belli üyelerinin bir parçası olarak kalır.*

DNA molekülündeki küçük değişiklikler bile, bazen dikkati oldukça çekecek biçimde türün özelliğini değiştirebilir. Bunun anlamı, yavrunun değişmez şekilde ana babanın kopyası olmaması demektir. Bazen yavrular ne ananın ne de babanın karek-teristiklerini taşır. Oysa, yavrularda daha önceki ataların izleri görülebilir. Ve bazen, yavrularda bildiğimiz atalarından hiçbirisinde olmayan özellikler ortaya çıkar.

Evcil hayvan yetiştiren kişiler bazen büyük yavru grupları içinde tümüyle hatalı renklerde ya da kısa ayaklı veya çift başlı gibi bütünüyle şaşırtıcı özelliklere sahip yavruların dünyaya geldiğine tanık olmuşlardır. Böyle yavrulara doğabilimde "değişme"

gösteren hayvan (ya da kuşkusuz değişme gösteren bitki) denilmektedir. Ancak bilim adamları böyle doğan hayvanlara (ya da

•böyle yetişen bitkilere) pek az dikkat ederler.

Bununla birlikte, daha sonraları Mendel'in yasalarını bir kez daha keşfederek doğrulamış bilim adamlarından biri olan Hollandalı bitki uzmanı Hugo Marie de Vries (1848-1935), aynı tür ve aynı tohumlardan üretilmiş çiçek tarhları içinde bir bölümün tümüyle farklı olarak tek çiçekli yetiştiklerini 1886 yılında saptadı. Farklı bitkilerin tohumlarını ayırıp bunlarla yeni bitkiler yetiştirdi ve aradaki yeni bitkilerden bazısının daha önceki bitkilere göre önemli özelliklerde farklı olduklarını saptadı. Birden-254

bire ortaya çıkan bu değişikliklere Latince'deki "değişme" sözcüğünden elde ettiği "mutasyon" adını taktı.

Bir kez DNA benzeşimi özelliği anlaşılınca, mutasyonun da benzerlik işlemlerindeki kusurların sonucu olarak ortaya çıktığı sezinlenmiş oluyordu.

Bu kusurlar neden olmalıydı? Pekiyi, hiçbir şey tüm zamanlar boyunca mükemmel olarak çalışmaz. Yeni bir nükleotid zinciri bir araya gelirken, moleküllerin rasgele çarpışmaları sonucu uygun olmayan bir nükleotidin, kalıp görevini yapan zincirin hatalı bir kesiminde yer alması şansı her zaman bulunacaktır. Genelde, yanlış nükleotid yapışmaz ve sıçrayıp oradan uzaklaşır. Ancak arada bir yalnızca şans eseri olarak yanlış bir nükleotid zincire yapışacak kadar yaklaşacak ve zincire bağlanarak onun bir parçası olacaktır.

Burada yalnızca bir benzetme olarak, bir toplantı nedeniyle bir araya gelmiş kalabalık bir insan grubunun varlığını düşünelim. Gruptaki herkes, kendilerine hizmet eden biri olmadığı için vestiyerde paltosunu kendisi assın. Toplantı sonunda gene herkes kendi paltosunu almak için vestiyere toplansın. Vestiyerde herkes kendi paltosunu almayı ister ve onu nereye astığını aşağı yukarı bilir. Sonuçta, herkesin kendi paltosunu alarak vestiyerden çıkmış olacağını beklersiniz. Bununla birlikte, çok iyi bileceğiniz gibi, çok seyrek de olsa, bazen bir kişi tümüyle kaza eseri başkasının paltosunu almış olarak oradan çıkabilir.

Mutasyon da aynı ilkeye göre çalışır. Pek seyrek ortaya çıkmasına karşın, binlerce gen ve milyarlarca hücre bölünmesi arasında o denli çok benzeşim olayı vardır ki, mutasyon olayının sayısı da büyük boyutlara varır. Belki de her organizma birkaç mutasyonla dünyaya gelmektedir. Bunlar her türün kuşakları arasında değişmeler oluşturur (ancak değişmeler çevre farkları, dolayısıyla sözgelişi yavrunun yararlanabileceği besin türleri, hastalıklara yakalanmış olma ya da olmama veya fiziksel yaralanmalar vb. nedenlerle de gerçekleşebilir). İşte bu değişiklikler ara-2 5 5

sında doğal seçim işin içine girerek evrimsel değişmeleri oluşturur.

Rasgele meydana gelen çoğu mutasyon işlemi kötü sonuçlanır ve bu yüzden avantajsızdır. Böylece, vestiyerde yanlış paltoyu alırsanız büyük olasılıkla paltonun size uymadığını ya da sevmediğiniz bir stilde kesilmiş olduğunu göreceksiniz. Bu "mutasyon"un en kötüsüdür ve sizin yapabileceğiniz en iyi hareket de kendi paltonuzu bulup geriye almaktır.

Diğer yandan çok seyrek de olsa arada bir kendinizinkinden daha çok hoşlanacağınız bir paltoyla karşılaşmış olabilirsiniz.

Paltoyu sahibine geri vermek zorunda oluşunuza karşın, böyle bir paltoya siz de sahip olmayı kararlaştırabilir ve bu nedenle

"mutasyon"u benimseyerek kendi parçanız haline getirebilirsiniz.

Benzeri şekilde, DNA molekülü içinde yer alan mutasyon kusurlu bir benzeşimin sonucu olmasına karşın, seyrek durumlarda şu ya da bu şekilde yararlı olabilir. Organizmanın başarılı ya da yaşama daha iyi uyan bir hale gelmesine veya mutasyonun kalıtımla intikal ettiği pek çok yavrunun doğmasına neden olabilir.

*Her **10.000** kötü mutasyona karşılık bir tek iyi mutasyon var olsa bile, iyi mutasyonla doğan yavrular daha sağlıklı ve başarılı olurken kötü mutasyonla doğanlar zamanla ortadan kalkarlar.*

Sonuçta, evrimsel değişmenin her zaman böyle çalıştığı ve türleri başarılı kıldığı görülmektedir.

Bizler, böyle işe yaramayan tüm değişmelerden haberli değiliz ve bu yüzden onlardan kurtulamıyoruz. Tüm görebildiğimiz, sayısı pek az olan yararlı değişikliklerdir. İşte bu nedenle, evrimsel değişmenin rasgele olduğu ve bunun ardında rehberlik eden bir zekânın bulunmadığına inanmamız güçleşmektedir. Eğer iyi ve kötü tüm değişmeleri görebilseydik burada işlev yapan her şeyin rasgele çalıştığını ve doğal seçme gücünün pek çok seçenek için-256

den yalnızca birini seçerek ayırdığını, ötekileri reddettiğini ve bu durumun da bize bir amaç, bir yönlendirme izlenimi verdiğini sezinlerdik.

Şu halde mutasyon işlemi (DNA benzeşimi işleminin kusurlu oluşu), evrimi ileri doğru sevketmiş ve bu da insanların var olu

şunu mümkün kılmıştır. Eğer mutasyon olmasaydı ve DNA benzeşimi kesinlikle kusursuz gerçekleşseydi, bir kez basit yaşam şekli ortaya çıkınca kendisine tam olarak benzeyen pek çok organizma oluşturacak ve bu da olayın sonu olacaktı. Günümüzde var olan tüm canlılar, ilk basit yaşam şeklinin benzerleri olarak kalacaklardı.

Ancak, evrimin bütün ilerlemesinin tümüyle raslantısal koşullarda gelişen mutasyonun hızına bağlı olduğu söylenilemez. Bir türden diğer türe evrimle gelişin bir milyon yıl ya da daha uzun zamanı aldığı düşünülürse evrimin de özellikle hızlı bir işlem olmadığı ortaya çıkar. Ama gene de evrimsel ilerleme, şansla meydana gelen mutasyon olayına göre çok daha hızlı bir işlemdir.

Mutasyonun tümüyle raslantısal nedenler sonucu gerçekleşmesiyle, Dünya üzerinde mutasyon sayısının artışını hızlandıracak olayların sayısında çoğalma bulunmalıdır.

Bunu vestiyerden alınacak palto benzetmemizle de görebiliriz. Vestiyerden beklenmeyecek kadar çok sayıda kişinin kendilerinin olmayan paltoyu alıp çıkmış olduklarını düşünelim. Böyle hatalı davranış sayısını artıran etkenler bulunmalıdır. Vestiyeri aydınlatan lambalardan biri sönmüş olabilir ve oradaki zayıf ışık birbirine benzeyen paltolar arasında doğru seçim yapılmasını zorlaştırır ve hata sayısı bu şekilde artar. Ya da herkes bir hayli içkili olabilir. Sersemce bakış ve yanlış kararlarla hata sayısı artacaktır. Üçüncü olasılık, eğer bir bunalım varsa ortaya çıkabilir.

Herkes vestiyerdeyken birisinin çıkıp "Otobüs kalkıyor!" diye bağırdığını düşünelim. Bu durumda orada bulunanlar çabucak

bulduğu paltoyu kapacak ve bu durumda da gene hata sayısı artacaktır.

Patlayan Güneşler — F.17

257

Mutajenik Etkenler

Mutasyon hızını artıran bazı şeylere "mutajenik etkenler" ya da Eski Yunanca'da değişikliği artırma anlamına gelen sözcükle kısaca mutajen denilebilir. Şu halde, mutasyon hızını artıran ve böylece gözlenebilen bir hızla evrimsel gelişmeyi oluşturan mutajenik etkenler neler olabilir?

Mutasyon hızını artıran bir etken sıcaklıktır. Sıcaklık arttıkça hızlanan atom ve moleküller titrek hareketlerle devinirler. Bu durumda atom ve molekül kalabalığı içinde topluma uyan ve uymayanları ayırt etmek güçleşir. Sıcaklık arttıkça mutasyon hızı da artar.

Ancak 400 milyon yıl öncesine kadar yaşam okyanuslarda gelişmiş ve orada kalmıştır. Diğer bir deyişle, Dünya'nın var olu

şunun onda dokuzunda yaşam yalnızca okyanuslarda sürmüştür.

Durum böyleyken, okyanustaki ortam karadaki ortama göre çok daha kararlıdır. Okyanusta sıcaklık mevsimden mevsime ve yıldan yıla çok değişmez (kuşkusuz, bir değişme olur ama karadaki kadar büyük değildir). Şu halde tüm yaşam tarihi boyunca mutasyonlar üzerinde sıcaklığın küçük bir etkisi olmuş ve gözlenebilen hızda bir evrimsel gelişme oluşturamamıştır.

Ayrıca, mutajen olarak etkinlik gösteren kimyasal maddeler bulunmaktadır. Çünkü; böyle maddeler, DNA ile birleşmek ve benzeşimin bulunduğu ortamda yer aldıklarında anormallikler yaratmak eğilimi gösterirler. Ya da DNA ile birlikte öyle bir tepkime yaparlar ki, DNA ile birleşmeseler bile, DNA molekülünü meydana getiren atomların düzenini değiştirirler. Anormal atom düzeni bulunan bir DNA molekülü benzeşim olayı sırasında anormal bir kalıp oluşturacak ve mutasyonu üretecektir.

Oysa, organizmalar (mutasyon üretebilecek ya da daha kötü biçimde etken olabilecek) kimyasal maddelerden kolayca etkilenir ve çabucak yok olabilirler. Herhangi bir nedenle şu ya da bunu ***258***

ayırt eden doğal seçim gücü kimyasal mutajenlere karşı dirençlidir. Böylece sonuçta, kimyasal mutajenlerden de evrimin gelişiminin hızlanmasında pek fazla bir şey bekleyemeyiz.

Kuşkusuz günümüzde bu tür mutajenler ciddi bir sorun haline gelmişlerdir. Kimyacılar doğada bulunmayan binlerce yeni bileşik üretmiş ve bunlar çevreye önemli oranlarda yayılmışlardır.

Bu maddelerden bazısı mutajendir. Ve organizmalar bu maddelerle daha önce karşı karşıya gelmemiş olduklarından henüz do

ğal seçimle onlara karşı bir direnç oluşturamamışlardır. Sonuç olarak, pek çok organizma (insanları da içermek üzere) böyle maddelerden pek kötü biçimde etkilenmektedir.

Sözgelişi, bazı mutasyonlar normal hücreleri Onkojen denilen ur üreten kanserli hücrelere dönüştürmektedir. Burada onko ön eki Eski Yunanca'da, kanser gibi anormal gelişme anlamına gelen sözcükten alınmıştır. Böyle hücreleri ortaya çıkaran de

ğişikliklere gene Eski Yunanca'da "yengeç" anlamına gelen sözcükten alınarak yapılan karsinojen adı da verilmektedir. Çünkü, kanser bazen bir yengecin ayakları gibi bedenin her yönüne doğru yayılmaktadır.

Geçen yüzyılda başlayan kimyasal gelişmelere kadar süren milyarlarca yıllık yaşam sürecinde bu tür mutajenler büyük bir sorun oluşturmamış ve evrimsel gelişmenin açıklanmasında bunlara bağımlılık duyulması gerekmemiştir.

Sıcaklık ve kimyasal maddelerden çok daha fazla etkili olabilen bir mutajeni ilk kez fark eden Amerikalı doğabilimci Herman Joseph Muller (1890-1967) olmuştu. Muller, meyve sinekleri üzerinde

çalışıyor ve bu hayvancıklarda mutasyonun oluşma şansını bekleyerek hangi mutasyonun kalıtımla yavrulara geçeceğini saptamak istiyordu. Böyle rasgele mutasyonları beklemek sıkıcı ve zaman tüketici bir işlemdi. Bu nedenle Muller, mutasyon hızını artıracak yolları denemeye karar verdi.

259

1919 yılında Muller, meyve sineklerinin bulunduğu ortamın sıcaklığını yükseltti. Mutasyon hızı artmıştı ama bu da yeterli de

ğildi.

Bu kez aklına X ışınlarını denemek geldi. X ışınları normal sıcaklıktan daha fazla enerji taşır ve meyve sineklerinin bir ucundan girip öbür ucundan çıkarlar. Hayvanın bedeninden geçişleri sırasında eğer kromozomlara denk gelirlerse, şurada ya da burada atomlara vuracak kadar etkili olabilirler. Olay kaçınılmaz biçimde bir kimyasal değişme, diğer bir deyişle mutasyonu meydana getirir. Muller, genlerin kimyasal doğasını bilmiyordu (zaten o tarihten otuz yıl sonrasına gelinceye kadar genlerin doğası bir açıklığa kavuşturulamayacaktı). Ama, genlerin doğası ne olursa olsun, Muller olayda X ışınlarının etkili olacağına emindi.

Yanılmamıştı. 1926 yılında hiçbir kuşkuya yer bırakmayacak şekilde X ışınlarının mutasyon hızını artırdığını kanıtlamış bulunuyordu.

Diğer bilim adamları da bu yeni etkeni araştırmaya başladılar ve herhangi bir türdeki enerji taşıyan ışınımın mutasyon hızını artırdığı ortaya çıkarıldı. Morötesi ışınları da, radyoaktif maddelerden yayılan ışınım da bunu yapıyordu.

Bununla birlikte, enerji taşıyan bir ışınım evrimsel gelişmeyi çabuklaştıracak şekilde mutasyon hızını nasıl artırabilirdi?

X ışınları insanın oluşturduğu teknoloji tarafından geçen yüzyıldan beri üretilmektedir. Ancak, ondan önce Dünya'nın üzerine pek az yoldan varabilen X ışını bulunuyordu. Elbette ki Güneş gökyüzündeki diğer gök cisimleri gibi sürekli olarak X ışını üretmektedir. Ama bunların çoğu atmosferde emilip Dünya'nın yüzeyine ulaşmamaktadır.

Kuşkusuz Dünya üzerinde radyoaktif maddeler bulunmaktadır. Ve Dünya'nın çocukluk yaşlarında bu maddeler iki katı oranında olmak üzere bulunuyorlardı. Bununla birlikte, böyle maddeler çoğunlukla toprakta bulunur ve denizlerdeki yaşam radyoaktif maddelerden fazlaca etkilenmez. Karalarda bile radyo-2 6 0

aktif maddeler tekdüze yayılmamışlardır. Ve Dünya üzerinde böyle maddelerin önemli mutasyonları yapabilmeye yeterli olabileceği bölgelerin sayısı pek kısıtlıdır.

Güneş ışınlarından Dünya'ya gelen morötesi ışık bir yandan X ışınları ve radyoaktif ışınımdan daha az tehlikelidir; çünkü, morötesi ışık, diğer iki tür ışınımdan daha az enerji taşır. Öte yandan, morötesi ışık her zaman ve özellikle atmosferin üst kesimlerinde bir ozon tabakası oluşmadan önce Güneş ışığında var olmuştur.

Şu halde morötesi ışığı içeren Güneş ışınımından kaçılamaz.

Atmosferde ozon tabakası oluşmadan önceki günlerde morötesi ışık toplam ve dalgaboyu olarak yalnızca bazı mutasyonları oluşturacak denli değil; canlı organizmaların yaşamına son verecek türden kimyasal değişmeleri yapmaya yeterli olacak kadar enerjiyi içeriyordu. Karalardaki yaşamın gecikmesinin nedeni bu olabilir. Güneş ışınımının çoğu enerjisini taşıyan bölümünü engellemeye yeterli bir ozon tabakası oluşuncaya dek yaşamın karalara yani Güneş'in yakıcı parıltısına çıkışı öldürücü sonuçlar do

ğurabilirdi.

Bununla birlikte, morötesi ışık suda karalardan daha etkili bir şekilde emilir. Güneş ışığı okyanusun yüzeyin dik geldiği zaman buradaki yaşam ancak suyun birkaç metre altına kaçarak burada kalma davranışını geliştirmiştir. Okyanustaki yaşam, Güneş

ufka yaklaştığında (ya da ufkun altına indiğinde) veya hava bulutlarla kaplı olduğunda suyun yüzeyine doğru yaklaşabilir. Sularda bitki hücreleri gelişip Güneş ışığı bunların işlevleri için bir temel

oluşturunca, bu hücreler fotosentez olayı için yeterli olacak ışınımı alacak ama öldürücü tehlikeyi ortaya çıkarmayacak kadar suda derine gömülmüşlerdi. Ve kuşkusuz, bir kez bitki hücresi oluşunca, oksijenli atmosfer ile daha yükseklerde ozon tabakası da kısa sürede oluşumunu tamamlamış, ve böylece morötesi ışığın yaratacağı tehlike büyük ölçüde ortadan kalkmıştır.

Ancak, kitabımızın bu bölümünde saydığımız tüm mutajenik

etkenler göreceli olarak etkili gibi görünmediklerinden, evrimin görünür gelişme hızı nelere borçlu kalmıştır? Bu sorumuza yanıt bulabilmek için yeni bir yaklaşım daha yapalım.

Kozmik Işınlar

On dokuzuncu yüzyılın son on yılı içinde radyoaktif ışınımın keşfedilmesinden sonra bilim adamları bu tür ışınımı saptayacak aygıtları geliştirmişlerdir. Ancak, bu aygıtları kullandıkça şaşkınlık içinde kalıyorlardı. Çünkü çevrede radyoaktif element bulunmamasına karşın, aygıtlarıyla ışınımı saptayabiliyorlardı. Üstelik aygıtları o sıralarda bilinen tüm radyoaktif ışınım türlerini geçirmeyen kurşun kaplamalarla kaplandığı halde aygıtlar hâlâ ışınımı saptıyordu.

Belli ki, ortada kökeni bilinmeyen bir ışınım vardı ve bu ışınım bilinen tüm ışınlardan daha gelip geçici özellikleri taşıyordu (ve bu yüzden daha çok enerji taşımaktaydı). Bu ışınım bazı radyoaktif maddelerin yaydığı gamma ışınlarından bile daha çok enerjiliydi. Bilindiği gibi, gamma ışınları da, X ışınlarından daha fazla enerji taşırlar.

O dönemde bu yeni ışınımın toprakta bulunan bazı maddelerden çevreye yayıldığı varsayılıyordu. Ama bu yalnızca bir varsayımdı. Avusturyalı fizikçi Victor Franz Hess'in (1883-1964) aklına çok basit bir yoldan tüm ışınım saptayan aygıtları bir balona yükleyerek ve karadan havaya yükselerek bu varsayımı doğrulama fikri geldi. Şu halde, ışınımın kaynağı toprağın içindeyse, Dünya'dan yükselip

uzaklaşacak olan aygıtların giderek daha zayıf bir ışınımı saptaması gerekiyordu.

1911 yılından başlayarak Hess, beşi gündüz beşi gece zamanı olmak üzere on kez aygıtlarını yüklediği balonla gökyüzüne çıktı.

Bu çıkışlardan birini de tam Güneş tutulmasına rastlatmıştı. Bilim adamı şaşkınlıklar içinde kalarak, ***ışınınKkaynağıîln*** *toprakta* ***262***

1

olmadığını saptamıştı. Sonuç düşünülerin tam tersine olarak ger

çekleşmişti. Balon gökte daha yükseklere çıktıkça daha yeğin ve nüfuz edici ışınım saptanıyordu. Belli ki, ışınım kaynağı toprakta değil, gökyüzündeydi. Üstelik bu ışınımdan sorumlu olan Güneş değildi. Çünkü ışınımın yeğinliği gün ışığı olmasa da aynı kalıyordu.

Diğer bilim adamları da aynı sonuçlara vararak gökyüzünün her yanından eşit oranda ışınım geldiğini saptadılar. Amerikalı fizikçi Robert Andrews Millikan (1868-1953), ışınıma genelde tüm evrenden geldiği için kozmik ışınlar adını verdi ve bu ad tutundu. Millikan, kozmik ışınların sıradan ışıklar gibi elektromanyetik ışınımın bir diğer türü olduğuna inanıyordu.

Elektromanyetik ışınım, dalgaları kapsıyormuş gibi davranır.

Dalga küçüldükçe (yani, dalga boyu kısaldıkça) ışınım daha çok enerjili olur. Başlangıç olarak görülebilir ışık pek kısa dalga boyludur. Işığın çeşitli renklerinden kırmızı ışık en uzun dalga boyuna ve en az enerjiye sahiptir. Dalga boyu kısaldıkça ve içerdi

ği enerji çoğaldıkça ışık renkleri tayftan geçerek şöylece sıralanırlar: Kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve son olarak mor...

Morötesi ışık, mor ışıktan daha kısa dalga boyuna ve bu yüzden de herhangi görünen bir ışıktan daha çok enerjiye sahiptir.

X ışınları daha kısa ve gamma ışınları daha da kısa dalga boyuna maliktirler. Millikan'ın görüşüne göre, kozmik ışınlar çok kısa gamma ışınları idiler. Bu yüzden gamma ışınlarından daha çok enerjiye ve daha nüfuz edici bir özelliğe sahip bulunuyorlardı.

Bu görüşe, kozmik ışınların çok hızlı, elektrikle yüklü atomaltı partikülİerden oluştuğunu savunan gene Amerikalı fizikçi Arthur Holly Gompton (1892-1962) tarafından karşı çıkıldı. Compton, enerjinin bu partiküllerin hem kütle ve hem de hızına bağlı olan momentumunda yer aldığını da savunuyordu.

Tartışmayı bir sonuca bağlayacak bir yol belki de bulunabilirdi.

263

Eğer kozmik ışınlar elektromanyetik ışınım iseler, hiçbir elektrik yükleri olmaması ve Dünya'nın elektromanyetik alanından etkilenmemeleri gerekirdi. Bu nedenle kozmik ışınlar, Dünyanın farklı yerlerine özdeş şekilde çarpacaklardı. Çünkü bu ışınlar gökyüzünün her yanından eşit oranlarda geliyorlardı.

Diğer yandan, kozmik ışınlar elektrikle yüklü partiküllerse, Dünya'nın manyetik alanından etkilenmeleri gerekirdi. Işınlar, Dünya'nın manyetik kutuplarına doğru, yoldan saptırılacaklardı. Kozmik ışın partikülleri (kuşkusuz, partikül iseler) o denli yeğin enerjiyle yüklü idiler ki, çok hafif bir şekilde etki altında bırakılarak ve hafifçe yollarından sapacaklardı. Oysa Compton, yoldan sapma miktarının saptanabilecek oranda olduğunu ve genelde kozmik ışın bombardımanının en yoğun olduğu Ekvator üzerine gelen kozmik ışınların kuzeye ve güneye, en uzağa gidecek ışınlar olduğunu hesaplamıştı.

1930 yılından başlayarak Compton bu varsayımının doğrulu

ğunu denetlemek üzere bir Dünya gezgini oldu ve doğru düşünmüş olduğunu kanıtladı. Gerçekten bir "enlem etkisi" vardı ve kozmik ışınların yeğinliği enlem arttıkça artıyordu. Millikan ise, kendi

görüşünü inatla savunmaktaydı. Ama, Dünya fizikçileri ağır ağır Compton'un görüşünün yanında yer alıyorlardı. Kozmik ışınların doğasının partiküllerden oluşmuş olduğu iyice benimsenmeye başlanmıştı.

Şimdi bildiğimiz şekilde, kozmik ışınlar pek büyük oranda pozitif elektrikle yüklü atomaltı partiküllerden, çoklukla hidrojen ve helyum atom çekirdeklerinden oluşmaktadır ve aralarındaki oran 10:l'dir. Kozmik ışınlarda ayrıca demire kadar uzanan daha ağır kütleli atom çekirdeği türleri bulunur. Atom çekirdeklerinin kozmik ışınlarda dağılış oranları evrendeki elementlerin da

ğılışına benzer.

Kozmik ışınların bu denli çok enerji taşımaları ve nüfuz edici olmaları kişiyi şaşırtmamalıdır. Çünkü, bunlar Dünya üzerindeki ve yakınındaki radyoaktif maddeleri de içermek üzere benzeri 2 6 4

partiküllerin .hepsinden çok daha hızla devinirler. En çok enerji taşıyan kozmik ışın partikülleri ışık hızından biraz daha yavaş

hızla yol alırlar (bildiğimiz gibi, ışık hızı, bir kütleye sahip olan herhangi bir şey için kesinlikle en yüksek hızdır).

Kozmik ışınların var oluşu, biyoloji evrimle ilişkili olarak çok önemli etkiler yapmıştır. Bu ışınlar enerji taşıdıklarından mutasyon yapabilir ya da mutasyonlara neden olurlar.

Dünya üzerine çarpar kozmik ışın partiküllerinin toplamı Güneş'in morötesi ışığına, X ışını üreteçlerinden çıkan X ışınlarına ya da yakınlarımızdaki radyoaktif elementlerden gelen ışınımlara göre kıyaslanamayacak kadar azdır. Ama kişi, X ışınları ve radyoaktif elementlerden uzaklaşarak, her yerde bulunan morötesi ışık için de Güneş ışığından gölgelere saklanarak basit bi

çimde kaçınılabilir. Oysa, kozmik ışın partiküllerinden kaçına-bilmenin akılcı bir yolu bulunmamaktadır.

Elbette ki, kişi toprağın altındaki bir madende, bir gölün altındaki özel yapılmış bir kabinde ya da elli, altmış santim kalınlığında kurşunla kaplı bir hücrede oturarak kozmik ışınlardan kaçınabilir. Ancak canlı organizmalardan büyük çoğunluğu bu stratejilerden hiçbirisini uygulayacak şansa kesinlikle sahip de

ğillerdir.

Milyarlarca yıl süreyle canlı organizmalar enerji taşıyan ışınımla, radyoaktif ışınımla ya da mutajenik kimyasal maddelerle az da olsa karşı karşıya gelmişler ama sürekli olarak, gece gündüz ve nerede olurlarsa olsunlar kozmik ışınların bombardımanı altında kalmışlardır. Güneş'ten ve gökten gelen sıradan ışınımı engelleyen atmosfer ve su, kozmik ışın partiküllerini durdu-ramamıştır.

Elbette ki, uzayda bulunan kozmik ışınlar (bunlar 'birincil ışı-

nım'dır) değişmemişlerdir. Bunlar, Dünya'nın atmosferindeki atom ve moleküllere çarpıp hızları ağırlaşmış ve emilmişlerdir.

Ancak bu işlemde kozmik ışınlar, enerji taşıyan partiküllerin 2 6 5

(bunlar da 'ikincil ışınım'ı oluştururlar) atom ve moleküllerine de çarpar ve bunlar yeğin biçimde mutajenik etken özelliği taşıyarak Dünya'nın yüzeyine varıp toprağa ve suya derinlemesine nüfuz ederler.

Sürekli kozmik ışın bombardımanının canlı organizmaların gene de rahatça yaşamlarını sürdüreceği bir ortamı sağladıkları sonucuna varabiliriz. Ancak, kozmik ışınların sağladığı bu ortam benzeşim olayında rasgele mükemmellikten uzak kusurların ortaya çıkaracağı mutasyon hızından daha hızlı bir evrimleşmeye yol açacak kadar yeğin olmuştur. Ya da kozmik ışınlar kendilerinden daha az görülen ve de kaçınılabilen öbür mutajenik etkenlerin itiş gücüne eklenmişlerdir.

Bu durumda kozmik ışın partiküllerinin diğer her türlü etkenden daha fazla olarak mutasyonları güçlendirdiği, doğal seçime tutamak kazandırdığı ve evrim işini ivmelendirdiğini görebiliyoruz. Şu halde bizler var oluşumuzu kozmik ışınlara borçluyuz.

Çünkü evrimin hızını değiştirecek kozmik ışınlar olmasaydı, Dünya üzerinde yaşam şimdi de denizlerde yaşayan kurtçuklara benzer canlıların ötesinde bir biçim almayacaktı.

Pekiyi, ama bu kozmik ışınlar nereden gelirler?

Tüm gökyüzünden geldiklerine göre, kozmik ışınların kayna

ğı olarak herhangi bir gök cismi ya da birkaç gök cismi gösterilemez. Veya bireysel kozmik ışın patlamalarının ışınlandıkları yerin yakınındaki belirli bir gök cisminden geldikleri varsayılamaz.

Elektromanyetik ışınım gerçekte doğru bir hat üzerinde yol alır (buna ayral durumlar, ışınımın büyük kütleli bir cismin yakınından geçtiğinde pek hafifçe eğriler yapmasıdır). Bu ifadenin anlamı, bir ışık ışını görürseniz, kaynağımnda ışığı gördüğünüz yönde olması demektir. Yaydığı ışıkla bir yıldızı görürseniz, ışığa baktığında kendinizi yıldıza bakıyor durumda bulursunuz. İnsanlar, ışığın düz hatlar halinde yayılmasına alışkındırlar ve bu yüzden "Bir yıldız onu gördüğünüz yerde olmalıdır" denirse, bu tü-

müyle gereksiz bir söz gibi gelir kişiye. Bir yıldız başka nerede olabilirdi ki?

Elektromanyetik ışınımın diğer bir şekli de, gökyüzünden geldiği yöndeki bir noktadan kaynaklanır. Bunu da kesinlikle doğru olarak benimseriz.

Oysa, elektrikle yüklü kozmik ışın partikülleri düz bir hat üzerinde yol almaz ve manyetik alandan etkilenirler. Ve gökada böyle manyetik alanlarla doludur. Her yıldız, çoğu gezegen ve bir bütün olarak gökada manyetik alana sahiptir. Kozmik ışın partikülü, bu nedenle, yıldızlararası boşlukta hızla yol alırken arasından geçtiği manyetik alanlara karşılık gelmek üzere pek karmaşık eğimli bir rotayı izler.

Kozmik ışınlar Dünya'nın yüzeyine dikine gelirken yolculuklarının son kesiminde düzinelerce ışık yılı uzaklıktan geldikleri yolu gösteren herhangi bir belirtiyi ortaya koymazlar. Bu durum, bir hat üzerinde size doğru uçan bir kuş ya da yarasanın gelişi gibidir. Bunların gelişini geriye doğru izlerseniz belki de uzakta bir ağaçta yolları son bulur. Ancak, kuş ya da yarasanın o ağaçtan geldiğini gösteren hiçbir iz bulunmamaktadır. Çünkü, kuş

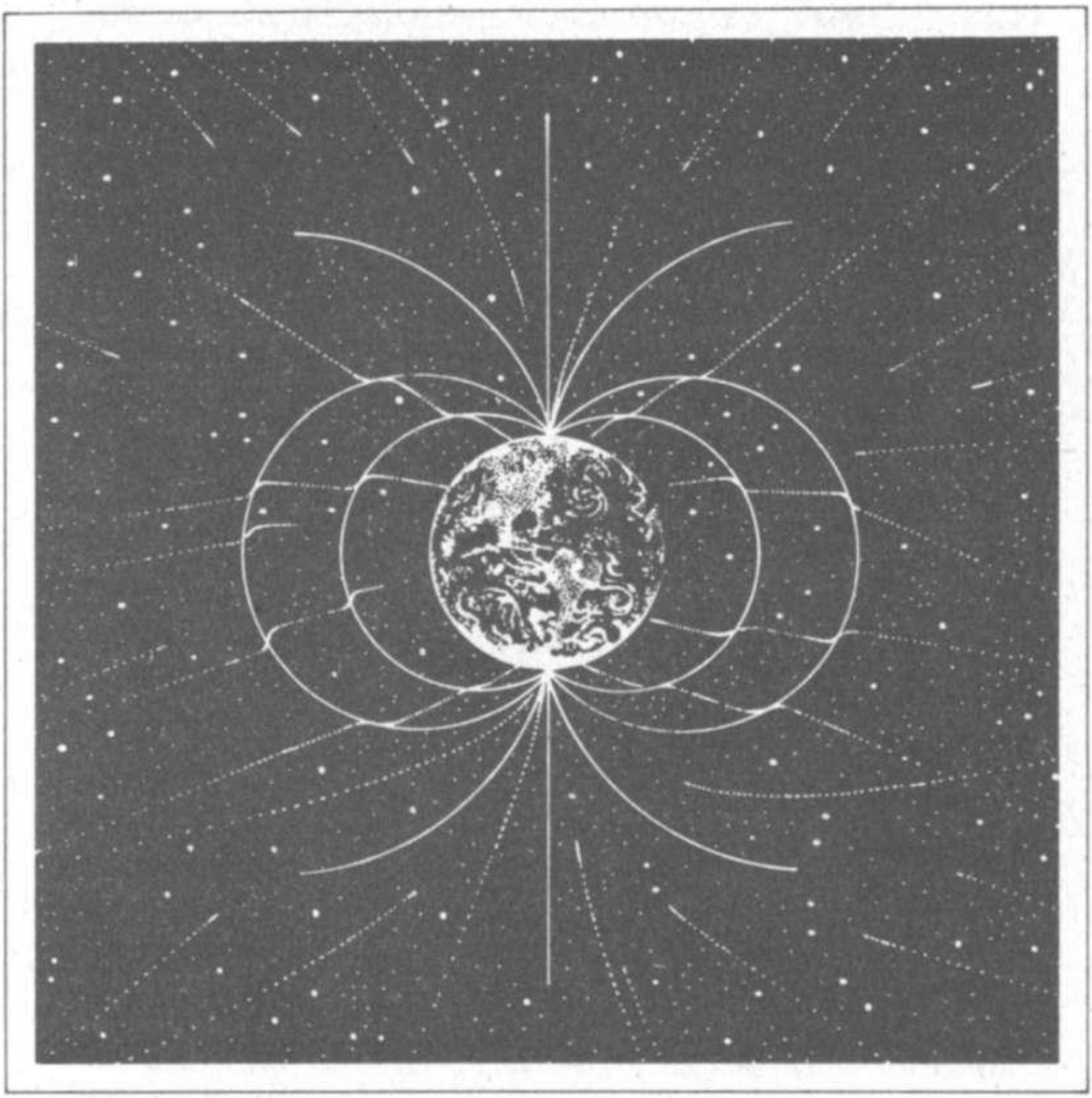
ya da yarasa yolculukları boyunca bir düzine kez önceden kestirilemeyen yön değiştirmesi yapmışlardır.

Kuşku götürmez şekilde, gökyüzünün her yönünden gelebilen ve karmaşık bir yolu izleyen her kozmik ışın partikülünün hangi kaynaktan çıkmış olduğunu izlememizin olanaksızlığı ger

çeği bizleri şaşırtmamalıdır.

Ancak kozmik ışın partiküllerinin çok büyük tutarda enerji taşıdıklarını ve nereden gelmiş olurlarsa olsun kaynaklarının çok zorlu olması gerektiğini biliyoruz. Çünkü, sakin işlemlerden enerji dolu partiküller elde edemezsiniz.

Güneş sistemindeki en güçlü gök cismi kuşkusuz Güneş'tir ve Güneş'in yüzündeki en şiddetli olaylar da püskürtü'lerdir. An-267



Dünya'nın manyetik alanı ozonosferden daha az dayanıklıdır ama ge±

ne de zorlu bir koruma gücüne sahip bulunmaktadır.

cak Güneş püsküllüleri, kozmik ışın partikülleri oluşturacak denli şiddetli olaylar mıdır?

Bu soru gerçektei sorulmamış oysa yamtı her hasılsa ortaya çıkmış ve kendisini bilim adamlarına zorla benimsetmiştir.

1942 yılının şubat ayının sonuna doğru, Güneş'in yüzünün ortasında büyük bir püskürtü görüldü. Bunun anlamı, Güneş'in tam Dünya'ya doğru madde fırlatması demek oluyordu. Olayı izleyen kısa sürenin sonunda oldukça zayıf, bir kozmik işin patlaması saptandı. Kozmik ışınımın yaklaşım yönü Güneş'ti ve ışınımın kaynağının Güneş olduğu kabul edilebilirdi. Çünkü, Güneş'le Dünya arasındaki göreceli değersiz uzaklık içinde, başka bir deyişle Güneş'le aramızda, kozmik ışınları saptıracak ve onların gelişinde zaman kaybına neden olacak gök cisimleri bulunmamaktadır.

Şu halde, Güneş'in yüzeyinde oluşan büyük püskürtülerden sonra sayısız "yumuşak" kozmik ışın patlaması meydana gelmekte ve bunlar bize kadar erişmektedir.

Bu olayın esrarlı bir yönü yoktur çünkü şimdi gerçekler bilinmektedir. Güneş rüzgârı, Güneş'ten dışarı atılan çoğu hidrojen ve helyum atomu çekirdeklerinden oluşur. Bu atom çekirdekleri enerji yüklü olarak saniyede yüzlerce kilometre yol alırlar. Güneş püskürtüleri, özellikle Güneş'in yüzeyindeki enerji dolu olaylardır ve borayı anımsatırlar. Güçlü-rüzgârlar oluşturarak büyük hızla partikülleri her yöne savururlar. Püskürtüler yeterince enerjili ve Güneş rüzgârı da yeterince hızlı ise, savurduğu partiküller kozmik ışın partikülleri niteliğinde olur.

Kozmik ışın partikülleri, Güneş rüzgârının savurduğu partiküllerle aynı maddeleri içerirler. Aralarındaki tek fark, kozmik ışın partiküllerinin daha hızlı ve daha enerjili olmalarında yatar. Bu da, X ışınları ile ışık dalgaları arasındaki farka, X ışınlarının daha kısa boylu dalgalar ve daha çok enerjili oluşlarına benzer.

Ancak Güneş, taş çatlasa arada bir yaptığı patlamalarla en dü

şük enerji düzeyindeki kozmik ışın partikülleri yayacak güçtedir. Gökadayı büyük miktarda yüksek enerjili kozmik ışınlarla doldurmaya yeterli olabilecek olaylar; Güneş gibi orta yaşlı, sakin bir gök cisminin yaratacaklarının ötesinde çok daha şiddetli olaylardır.

Şu halde belli ki, en şiddetli yıldız olayları üstnova patlamalarıdır ve böyle olayların her yöne doğru inanılmaz oranlarda, enerjiyle yüklü yıldız rüzgârları savurması kişiye makuİ gelir. İşte bu rüzgârlarla savrulan maddeler de kozmik ışın partikülleridir.

Kozmik ışın partikülleri, yıldızlar arasında ve uzayın boşluğa pek yakın özellikteki bu ortamında yavaşlamadan devinirler. Ger

çekte burada bulunan bazı manyetik alanlardan geçerken topaç gibi dönerek ivme kazanır ve hızları ışık hızına bile yaklaşabilir.

Yön değiştirdikçe giderek daha çok enerjili olur ve sonunda bu kozmik ışınlarını gökadanın dışına, daha boş olan gökadalar-arası boşluğa doğru akıp gitmekten hiçbir şey alıkoyamaz.

Ama, tüm kozmik ışın partiküllerinin ortak yazgısı böyle de

ğildir. Çoğu kozmik ışın partikülü uzun yolculuğu sırasında başka maddelerle çarpışacaktır. Bu maddeler yıldızlararası boşluktaki rasgele atomlar ya da tozlar veya bir yıldız ya da bunlar arasında bir başka şey, Dünya'mız olabilir.

Dünya'ya her an çeşitli yönlerden gelip önemli oranlarda çarpacak kadar çok olmak üzere uzayda, evren tarihinin çeşitli evrelerinde patlamış üstnovalardan yayılmış kozmik ışın partikülleri bulunmaktadır. Elbette ki, bizim gökadamızda patlayan üstnovalarda oluşan kozmik ışın partiküllerinin belli bir yüzdesi gökadamızın dışına kaçmıştır. Ancak, bu partiküller diğer gökadalardan Samanyolu gökadamıza gelen kozmik ışın partikülleriyle dengelenirler.

Ve böylece üstnovalar yalnızca Dünya ve üzerindeki canlıların oluşması için hammadde göndermekle; yıldızlararası boşluktaki büyük bir bulutun güneş sistemi şeklinde zamanından önce yoğunlaşmaya başlaması için sıcaklık ikmali yapmakla; bu bulutun sonunda yoğunlaşması için basınç şoku uygulamakla kalmamış aynı zamanda, Dünya üzerindeki yaşamın evrimsel de

ğişmelerinin ardındaki itici gücü sağlayarak insana kadar uzayan daha daha karmaşık canlı biçimlerinin ortaya çıkışını olası hale getirmiştir.

Şu halde üstnovalar uzaydaki dev maden eritme potaları, kocaman örs ve çekiçlerdir. Bunların çalışması hiç değilse bir kez olsun yaşamın oluşmasına; daha sonra şekil kazanmasına ve evrimleşmesine izin vermişlerdir.

11
GELECEK

Dünya'nın Manyetik Alanı

Şu ana değin açıklamaya çalıştığımız üstnovaların insanlar üzerindeki etkileri tümüyle yararlı olarak görülmektedir. Ancak, olu

şacak üstnova patlamaları şu ya da bu şekilde insanlığın zararına sonuçlar meydana getirebilirler mi? Ya da tüm yaşamı yok edebilirler mi?

Belli ki, gökadaların boyutları düşünülerek konuşulduğunda, yakınımızda bir üstnova patlaması meydana gelirse öldürücü ye

ğinlikte enerji yayacaktır. Sözgelişi, Güneş'imiz bir üstnova haline girerse birkaç dakika içinde yalnızca Dünya üzerindeki tüm yaşamı ortadan kaldırmakla kalmayacak, Dünya küresini de buharlaştınp yok edecektir. Güneş'imiz yalnızca bir nova haline gelse bile, bu durumunda tüm Dünya'yı olasılıkla kısırlaştıracaktır.

Ancak, daha önce üzerinde ısrarla durup açıkladığımız gibi, bu olaylar meydana gelemez. Güneş'imiz yeterince büyük küt-272

leli olmadığı gibi, çiftyıldız sisteminin bir parçası da değildir. Bu nedenle şimdi ya da ileri bir tarihte nova veya üstnova durumuna giremez. Güneş'imiz, sonunda bir kırmızı dev haline girip çökerek beyaz cüce olacak ama bu durum meydana gelene kadar (şu andan başlayarak beş, altı milyar yıl sonrasına değin) yaşamın varlığını tehdit edecek şekilde Güneş'e bir şey olmayacaktır (kuşkusuz, Güneş'in yakınındaki başka bir yıldızla çarpışması ya da bir yıldıza çok yakınlaşması durumu ayrallığı oluşturur).

Güneş'ten gayrı yıldızlar patlarsa bir zarar görebilir miyiz? Üstnova durumuna gelmesi olası görülen en yakın yıldızlar 100 parsek uzaklığımızdadır (bu da, 31 x 100 trilyon kilometre kadar bir uzaklık demektir-Çeviren). Eğer böyle yıldızlardan biri patlarsa bazı sağlığa zararlı etkileri olabilir. Ama, olasılıkla bu denli büyük uzaklıktaki patlama hiçbir şekilde insanlığın yaşamını bütünüyle tehlikeye sokmayacaktır.

Geçmişte meydana gelen Dünya'ya en yakın üstnovalar da bizi etkilememişlerdir. Yengeç bulutsusu içindeki üstnova ve hatta tarihöncesi dönemde patlayarak çevresini ikinci bir Ay gibi aydınlatan üstnova, bildiğimiz kadarıyla, Dünya üzerindeki yaşama büyük ölçüde etkide bulunmamıştır.

Uzakta patlayan bir üstnovanın önemli sayılabilecek tek doğrudan etkisi, oluşturduğu kozmik ışınlardır. Bu yüzden gelin bir kez daha

kozmik ışınları göz önüne alalım.

Kozmik ışınlarla Dünya üzerine dağılan toplam enerji şaşırtıcı derecede fazladır. Bu enerjinin, kabaca Güneş dışındaki tüm yıldızlar tarafından bize ışıkla gönderilen enerji miktarına eşit olduğu düşünülmektedir. Elbette ki, bireysel kozmik ışın partiküllerinin sayısı yıldızlardan bize ulaşan ışık fotonlarına göre çok daha azdır. Ama, bireysel kozmik ışın partikülleri bireysel fo-tonlardan çok daha fazla enerji taşır. Ve sonuç, böylece ortaya çıkar.

Patlayan Güneşler — F.18

273

Genellikle, Dünya üzerine kozmik ışın partiküllerinin çarpmalarının yinelenmesi çok kararlıdır (ancak, özellikle Güneş'in püs-kürtüleriyle meydana gelen geçici ve oldukça zayıf kozmik ışın partiküllerinin bu duruma ayrallığı oluşturur). Ancak, herhangi bir nedenle kozmik ışın gelişlerinin yinelenmesinde bir süre için artışlar olduğunu varsayalım. Bu durum zararlı olabilir mi?

Bu soruya yanıt 'evet' şeklinde olacaktır!

Kozmik ışın partikülleri, evrimin makul bir hızla gelişmesi için gerekli olan mutasyonları oluştururlar. Ama, çoğu mutasyon zararlıdır. Büyük şansla ve doğal seçimin sayesinde sıradan koşullarda, iyiye yönelen pek az mutasyon geriye kalıp yayılırken kötü özelliklere yönelen mutasyonlar yok olur. Böyleyken bile, kötüye yönelen mutasyonlar türler üzerinde "genetik yükler"i yükler ve türün belli bir yüzdeki göreceli olarak yaşama uygun olmayacak şekilde ortaya çıkar.

Ancak koşullar sıradan özellikle değillerse ne olacaktır? Kozmik ışın. partiküllerinin yeğinliği normal düzeyin üzerine çıkar ve bir süre orada kalırsa ne olur? Bu durumda, mutasyon hızı ve türler üzerindeki genetik yük artacaktır. Genetik yükün çok ağırlaşması ve bu yüzden türün nüfusunun baş aşağı dikilir gibi azalmaya başlaması, iyiye yönelen pek az mutasyonun durumu düzeltmeye muktedir olamaması

ve türün ortadan kalkması olasılıkları kendisini gösterir. Aşağı yukarı aynı zaman dilimleri içinde bir hayli tür Dünya yüzünden kalkabilir.

Oysa, kozmik ışın partiküllerinin yeğinliğinin artışı yakınımızdaki üstnova patlamalarından gayrı bir nedenle meydana gelemez mi?

Çok tuhaftır ki, üstnovalar ek kozmik ışın partikülleri gön-dermeseler bile, gelecekteki birkaç bin yıl içinde kaçınılmaz şekilde insanlar gerçekten bu ışınların yeğinliğinin artışı ile karşı karşıya kalabileceklerdir. Durumu açıklamak için gelin, biraz geriye doğru dönüş yapalım.

2 7 4

Yaklaşan tüm kozmik ışın partikülleri gerçekte Dünya'ya çarpmazlar. Dünya'nın bir manyetik alanı bulunmaktadır. Ve bu ger

çek, İngiliz fizikçisi William Gilbert'in (1544-1603) yaşadığı günlerden beri bilinmektedir. Gilbert, 1600 yılında bir kitap yayınlayarak elindeki bir manyetik gereç küresiyle yaptığı deneyleri betimlemiştir. Bu kürenin yakınındaki bir pusula ibresi aynen Dünya'nın yakınındaki bir ibre gibi hareket ediyor ve bu durum Dünya'nın da (bir bakıma) bir manyetik gereç olduğunu ifade ediyordu.

Eğer Dünya'nın manyetik alanı boyunca eşit yeğinlikte noktaları birleştiren sürekli çizgiler çizilmiş olduğunu düşünürseniz,

"manyetik güç çizgileri"nden oluşan bir aileye sahip olursunuz.

Bütün bu çizgiler, Dünya'nın yüzeyinde iki noktada başlar ve biterler. Bu noktalardan biri, Antarktika'nın (güney manyetik kutbu) bir kenarında; diğeri de, kuzey Amerika'nın en kuzey ucundadır (kuzey manyetik kutbu). Bu iki nokta arasında uzanan manyetik çizgiler dışa doğru büklüm yapıp çok yumuşak eğriler çizerek ve aşağı yukarı kuzey-güney yönünde uzanarak manyetik kutuplardan hemen hemen eşit uzaklıkta bir yerlerde en yüksek dışa büklüm noktalarını oluştururlar.

Dış uzaydan hızla Dünya'nın yüzeyine gelen elektrikle yüklü herhangi bir partikül bu manyetik çizgiler boyunca devinir ve bu durumda enerjisini yitirir. Partikül enerjisini yitirdikçe yavaşlar. Dahası, doğrudan Dünya'nın manyetik ekvatoruna hedeflenmemiş olan elektrikle yüklü partiküller manyetik çizgileri izlemeye eğimlendirilecek biçimde yolundan saptırılarak kuzeye eğilimliler kuzeye, güneye eğilimliler güneye sevkedilirler.

Daha az enerji taşıyan partikül daha çok yolundan saptırılır ve böyle bir partikül yeterince az enerjiye sahipse, manyetik alan çizgisinin gücü tarafından yakalanarak çizgi boyunca devinime zorlanır. Ve sonunda atmosfer içinde hareket ederek manyetik kutuplara ya da bunların yakınında bir yere varırlar.

275

Ancak, kozmik ışın partikülleri öyle yeğin enerjilidirler ki, bunlar Dünya'nın manyetik alanı tarafından hafifçe yollarından saptırılır. Bununla birlikte, partiküllerden bazısı Dünya'nın manyetik alan çizgilerinin dışına çarpıp her iki kutba doğru gitmeyecek şekilde yollarından saptırılırlar. Daha doğrudan biçimde yaklaşan bazı partiküller bir dereceye dek yollarından saptırılır ve bu nedenle kozmik ışın partiküllerinden çoğu yaşamla dolu olan tropikal ve ılıman iklim bölgelerine çarpar; sonunda, yaşamın daha az yoğun olduğu manyetik kutup bölgelerine doğru yollarına devam ederler.

Bu yolla, kozmik ışın partiküllerinin yaşam üzerindeki etkisi Dünya'nın manyetik alanı tarafından bir dereceye kadar azaltılmaktadır. Ancak, etki öyle bir noktaya kadar azaltılır ki, ışınların zarar yapma kapasiteleri iyice indirgenirken evrimde yararlı oldukları noktanın ötesine geçilmez.

Dünya'nın manyetik alanı zayıfladıkça, kozmik ışın partiküllerini daha az yolundan saptıracak ve bu nedenle de ışınların ye

ğinliği özellikle küçük enlemlerde daha çok olmak üzere artacaktır.

Ve bunlar olurken Dünya'nın manyetik alanı da sabit güçte kalmaz. Bilim adamlarının ilk ölçümlerini yaptıkları 1670 yılından beri, manyetik alanın yeğinliği yüzde 15 dolayında azalmıştır. Manyetik alanın yeğinliği bu şekilde azalmayı sürdürürse, 4000

yılı dolaylarında yeğinliği sıfır olacaktır.

Ancak manyetik alanın yeğinliğinin azalması sürecek midir?

Başlangıçta bunun olası görülmeyeceği düşünüldü. Manyetik alanın yeğinliğinde iniş çıkışlar olması, oldukça düşük bir minu-muma inene dek daha daha zayıflaması, sonra çok yüksek olmayan bir maksimuma ulaşana değin daha daha güçlenmesi ve bu işlemin tekrar tekrar yinelenmesi olası görülüyordu.

Gerçekte ne olacağını görebilmek için tek yol olarak birkaç bin yıl beklemek ve bu arada manyetik alanın yeğinliğini sürekli 276

ölçmek gerekmektedir. Ama, bu işlemi yapmanın gerekli olmadığı da ortaya çıkarılmıştır.

Dünya'nın kabuğunda manyetik özellikleri zayıf olan bazı mineraller bulunmaktadır. Yanardağlardan püsküren lavlar soğuyup katılaşınca böyle mineraller, Dünya'nın manyetik alan çizgilerine uyarak kuzey-güney yönünde sıralanan kristalleri oluştururlar. Dahası, her bir kristal kuzeyi gösteren bir kuzey kutup ile ters ucunda güneyi gösteren bir güney kutbuna sahiptir. (Ki

şi, elindeki sıradan bir mıknatıs ile bu kristalleri test ederek hangi kutbun "kuzey" ve hangisinin de "güney" olduğunu söyleyebilir)- . . .

1906 yılında Fransız fizikçisi Bernard Brunhes (1869-1930) yanardağlardan püskürmüş olan lavlarla meydana gelmiş volkanik kayaları incelerken bazı kristallerin Dünya'nın manyetik kutuplarının tersi yönde olmak üzere mıknatıslanmış olduklarını saptadı. Bu kristallerdeki kuzey kutbu güney, güney kutbu da kuzeye bakıyordu. Bu buluş başlangıçta önemsenmeyip göz ardı edildi. Çünkü, o

günlerde hiçbir anlam ifade etmiyordu. Ancak zamanla ek ipuçları toplandı ve şimdi oluşturduğu sorun ne yadsınmakta ne de göz ardı edilmektedir.

Bu kayalar, neden böyle ters yönde bir araya gelmişlerdir? Olayın nedeni belli ki Dünyanın manyetik alan noktalarının bazen bir yolda bazen de diğer yolda oluşundandır. Dünya'nın manyetik alan noktası bir yönde iken soğuyan ve kristalize olan kayalar o yöne dönük kutuplar oluşturur. Manyetik alan tersine dönünce, kristal kutuplarını o yöne çevirecek güçten yoksundur.

Şu halde, şimdi de kristalleri yanlış yönü gösterirler.

1960'lı yıllarda denizlerin tabanının manyetik özellikleri incelendi. Sözgelişi, Atlas okyanusunun tabanı, okyanusun orta çizgisi boyunca uzanan eğimli bir çatlaktan çıkan ve Dünya'nın içinden gelen erimiş maddelerin fışkırması ile, okyanusun şimdiki yapısında genişliğine doğru yayılmasıyla oluşmuş bir görünüşe sahiptir. Çatlağa en yakın olan kayalar en genç ve son zaman-277

larda katılaşmış kütlelerdir. Oysa, çatlaktan her iki yöne doğru uzaklaştıkça kayalar giderek daha daha yaşlıdırlar. Manyetik özellikleri incelendiğinde, çatlağa yakın olan kayalar şu anki manyetik alanın yönüne uygun yöndedir. Çatlaktan uzaklaştıkça kayalar önce yanlış yönü, sonra doğru ve sonra gene yanlış yönü gösterirler. Çatlağın her iki yanında sanki bir aynada yansır gibi doğru ve yanlış yönleri gösteren kayalar şeritler halinde yer almaktadır.

Bu kayaların yaşı saptandığında manyetik alanın düzensiz aralıklarla tersine döndüğü sonucu ortaya çıkarılmıştır Bu zaman aralıkları bazen 50.000 yıl ve bazen de yirmi milyon yılı aşkın sürelerle gerçekleşmiştir. Ama, açıkça görülmektedir ki, manyetik alanın yeğinliği periyodik olarak sıfıra düşmekte ve sonra "sıfırın altına" inmeye devam etmekte; daha sonra yön değiştirerek öbür yönde daha daha yeğin hale gelmektedir. Sonra gene sıfıra düşmekte, yön değişmekte vé böylece sürmektedir.*

Manyetik alanın yeğinliğinin böyle düzensiz aralıklarla artıp azalmasına ve sıfırdan geçtikten sonra yön değiştirmesine neden olan ne olmuştur? Bilim adamları henüz bu nedeni bilmiyorlar; ancak, olayın aynen böyle gerçekleştiğine eminler.

Daha önce belirtmiş olduğumuz gibi, 4000 yıllarında gerçekleşmek üzere böyle bir yön değişikliğine gidildiği şu anda görülmektedir. O tarihten birkaç yüzyıl önce ve sonra, manyetik alan o denli zayıflayacaktır ki, kozmik ışın partiküllerini sözü edilmeye değer olarak yollarından saptıramayacaklardır.

Manyetik alan yeğinliğini artırıp eksiltirken kozmik ışın partiküllerinin Dünya'ya gelişi de azalır ve çoğalır. Manyetik alanın en yeğin olduğu durumda kozmik ışınlar en az düzeyine iner ve manyetik alanın yeğinliği sıfıra düşünce kozmik ışınlar maksimum hale erişir.

Manyetik-alanın yeğinliği sıfıra düşüp kozmik ışın olayı maksimum düzeyine ulaşınca mutasyon hızı ve genetik yük de mak-278

simum olur. Ve bu durumda da Dünya üzerindeki bazı türlerin ortadan kalkmaları şansı doruk noktasına varır.

Büyük Ölümler

Dünya üzerindeki yaşam tarihi boyunca elbette ki birtakım türler ortadan kalkmışlardır. Ancak bu olay belli bir yoldan ger

çekleşmemiştir. Paleontoloji (fos'ilbilim ya da eski varlıkları inceleyen bilim dalı-Çeviren) uzmanları fosil kayıtlarını incelerlerken türlerin ortadan kalkışını bazı zamanlarda olağanüstü yüksek düzeylerde gerçekleştiğini fark etmişlerdir. Böyle zamanlarda kısa bir süre içinde canlı türlerinin büyük çoğunluğunun ortadan kalkmış olduğu görülmüştür.

Böyle zamanlara bazen çok dramatik biçimde "Büyük Ölümler" adı verilmektedir. Böyle en iyi bilinen bir zaman, yaklaşık altmış beş milyon yıl önce büyük sürüngenlerin Dünya'ya egemen olduğu

dönemde yaşanmıştır. Genelde "dinozor" diye adlandırdığımız birçok hayvan ile birlikte diğer pek çok organizma türü o çağda hızla ortadan kalkmışlardır.

Büyük ölümler, manyetik alan yeğinliğinin sıfıra düştüğü zamanlar karşılık gelebilir mi? İsa'dan sonra 4000 yıllarındaki gene böyle bir Büyük Ölümler'e doğru mu yol alıyoruz? O dönemde tüm insanlık yok olacak mıdır?

Burada korkulacak bir şey olmadığı açıkça görülmektedir. Pek çok milyon yıl gerilere dönüp olayları izleyemiyoruz. Ama, son birkaç on milyon yıl içinde manyetik kutuplarının yer değiştirdiğini; oysa, bunların sonucu kesinlikle olağandışı biçimde türlerin yok olmadıklarını biliyoruz. Bu nedenle, 2000 yıl sonra genetik yükle meydana gelecek bir felaketi beklemek durumunda değiliz.

Durum şaşırtıcı olmamalıdır. Dünya'nın manyetik alanı pek o kadar güçlü değildir. Ve bu yüzden enerji dolu kozmik ışın par-279

tiküllerinin yoldan saptırılması çok büyük oranda gerçekleşmemektedir. Bundan dolayı da, manyetik alanın yeğinliği düşer ve kozmik ışın olayı güçlenirken pek kolay şekilde kozmik ışınların gelişi artmayacaktır çünkü başlangıçta manyetik alan ye

ğinliği arttığında kozmik ışın gelişi pek fazla azalmamıştır.

Ama, kozmik ışınların yeğinliği Dünya'nın manyetik alanına bağlı olmaksızın artarsa ne olur? Eğer yakınımızda bir üstnova patlarsa neler meydana gelir? Bu durumda geçici bir süre Dünya'ya kozmik ışın partikülleri seli akacak ve bu durum da pek çok türü ortadan kaldırabilecektir.

Dünya'ya 10 parsekten daha uzak olmayan büyük bir üstnova patlamasının gerçekleştiğini düşünelim. Üstnova, kısa bir süreyle Güneş'in belki de 1/600'ü kadar parlayarak ışık verebilir.

Ve böylece gökyüzünde (Güneş'ten soma ikinci sırada olmak üzere) Ay'ı da içeren tüm gök cisimlerinden daha fazla ışık yayacaktır. Eğer bu üstnova Güneş'in bulunduğu yönün ters tarafında ise geceyi alacakaranlık bir ortam gibi aydınlatacaktır. Gökyüzünün hangi tarafında olursa olsun bir süre için Dünya'yı ısıtacak ve koşulları bizler için daha az rahat hale sokacaktır.

Daha da önemlisi, kozmik ışın yeğinliği şimdikinin yüzlerce ve hatta binlerce katına çıkacak ve durum yıllarca sürebilecektir. Atmosferdeki ozon tabakası zayıflayacak ve böylece daha çok morötesi ışık Dünya'nın yüzeyine ulaşabilecek, bu da kozmik ışın partiküllerinin kendisi kadar öldürücü olabilecektir. Azot ve oksijen atmosferde birleşebilecek, yüksek bölgelerde oluşan azot oksitler görülebilir ışığın bir bölümünü engelleyebilecektir. Başlangıçtaki kısa artıştan sonra sıcaklıklar düşecek ve yağışlar azalacaktır. Ve kuşkusuz, bu durumda mutasyon hızı ve genetik yüklerde büyük artışlar olacaktır.

Eğer bütün bunlar Dünya'nın manyetik alanı sıfır ya da sıfıra yakın yeğinlikte iken olursa, etkileri az da olsa artacak ve en kötü sonuçlar ortaya çıkacaktır. Acaba, Büyük Ölümler yakınımızda ***280***

bir üstnova patlaması ile manyetik alanın geçici olarak kaybolu

şu işlemlerinin bileşkesinin bir sonucu muydu?

İlk bakışta bizim on parsek uzağımızda üstnova durumuna girebilecek bir yıldız bulunmadığından bu varsayım saçma gibi görünmektedir. Bununla birlikte, gökadamızda Güneş'le birlikte diğer tüm yıldızlar devinmektedirler. Devinimleri, gökadamızın merkezinin çevresinde olmasına karşın tümüyle birbirlerine aynen uygun bir şekilde olmaz. Merkezden uzakta olan yıldızlar yakındakilere göre çok daha yavaş devinirler. Bazı yıldızlar (Güneş'imiz gibi) daire şekline benzer bir yörünge üzerinde dönerken diğerleri çok daha eliptik şekilli bir yörünge üzerinde devinirler. Bazıları gökadanın genel düzlemi üzerinde devinirken di

ğerleri bu düzlemle belli açılar oluşturan düzlemler üzerinde dönerler.

Bütün bunların sonucu olarak, bazı yıldızlar diğerlerine yaklaşıp sonra uzaklaşır; bu kez başka yıldızlara yaklaşıp uzakla

şırlar. Böyle olaylar gökada merkezinin çevresindeki yörüngeler üzerinde devinimde tekrar tekrar gerçekleşir. Yıldızların birbirleriyle çarpışma şansı çok küçüktür ama bir yıldızın diğerinden 10 parseklik bir uzaklıkta geçmesi görülmeyen olaylardan değildir. Biz, Alfa Erboğa'dan 1,3 parsek ve Akyıldız'dan 2,7 parsek uzaklıkta bulunuyoruz. Her zaman bu uzaklıkta değildik ve ilerde de her zaman bu uzaklıkta bulunmayacağız.

Şu halde Güneş'in uzun geçmişi sırasında üstnova durumuna girmiş bir yıldıza oldukça yakınlaşmış olması ve bu olayın yinelenmiş olması mümkün görülemez miydi? Böyle olaylar, Büyük Ölümler'e ve özellikle dinozorların ortadan kalkmalarına neden olmuşlar mıydı?

1970'li yılların sonlarına doğru bu varsayımlar bilim adamları arasında oldukça yoğun popülarite kazanmışlardı.

Ancak, 1980 yılında Amerikalı fizikçi Walter Alvarez, altmış

beş milyon yıllık bir kaya tabakasında şaşırtıcı derecede çok oranda ve pek ender bulunan iridyum metalinin varlığını keşfetti. Al-281

varez, yaklaşık altmış beş milyon yıl önce Dünya'ya küçük bir gezegenin çarparak stratosfere serptiği tozla oldukça uzun bir süre Dünya'ya gelen tüm Güneş ışığını engellediğini öne sürdü.

Olay sonuçta dinozorları yok eden Büyük Ölümler'e yol açmıştı. Daha sonra, tozlar Dünya'nın her yerine konmuş ve başlangıçta bu metali çok zengin oranda içeren gezegenin iridyumunu pek ince bir toz şeklinde Dünya'ya getirmişti.

O günlerden beri bu varsayımı destekleyecek oldukça yoğun bilgi açığa çıkarılmıştır. Dahası, 1983 yılında toplanan kanıtlar Büyük Ölümler'in beklenmeyen bir düzenlilikle her 26-28 milyon yılda bir oluştuğunu gösteriyordu. Şimdi gökbilimciler böyle uzun ölçekli bir

periyodik duruma hangi etkenin neden olduğunu bulmak zorundaydılar.

Sözgelişi gökbilimciler Güneş'in uzayda bir çiftyıldızı bulunduğunu; bunun, bir yıldız gibi parlayamayacak denli küçük olduğunu ve yirmi yedi milyon yıllık yörüngesinin bir bölümünde Plüton gezegeninin ötesindeki yörüngelerinde daireler çizerek dönmekte olan milyarlarca kuyrukluyıldızın arasından geçerek Güneş'e yaklaştığını öne sürdüler. Bu sırada, yüz binlerce kuyrukluyıldız Güneş'in bu çiftyıldızının çekim gücüyle yörüngele-rindeki yollarından saptırılıp Güneş sistemine getirilmiş olacaklardı. Elbette ki, bunlardan birkaçı Dünya'ya çarpacak ve çeşitli türlerin kütle halinde ortadan kalkmalarına neden olan zararı meydana getirecekti.

Son "Büyük Ölüm" yaklaşık olarak on bir milyon yıl önce meydana gelmişti. Ve eğer kuyrukluyıldız çarpması vasayımı doğruysa, gelecekteki ilk "Büyük Ölüm" yaklaşık on altı milyon yıl sonra meydana gelecektir. Şu halde şimdiden önlem almaya gerek bulunmamaktadır.

Üstnovaların Büyük Ölümler'deki sorumluluğu kalkmış gibi (kuşkusuz, bu durum yeni kanıtları ve açıklamaları gerektirdiği halde) görünmektedir. Bununla birlikte, göreceli olarak yakınımızda patlayacak bir üstnovamn, başka hiçbir şekilde olmasa

bile, yeterince ışınım yayarak türlerin ortadan kalkmasına neden olabileceği de olası görülmektedir.

Uzay

Gelecekte kozmik ışınların bizleri daha çok meşgul edeceği özel koşullar meydana gelecektir.

Örneğin, uzay yolculuklarını göz önüne alalım. Şimdiden bir

çok insan uzaya yaklaşmış, atmosferin üst tabakalarını aşmayı ve bazı durumlarda Ay'a gidebilmeyi başarmıştır.

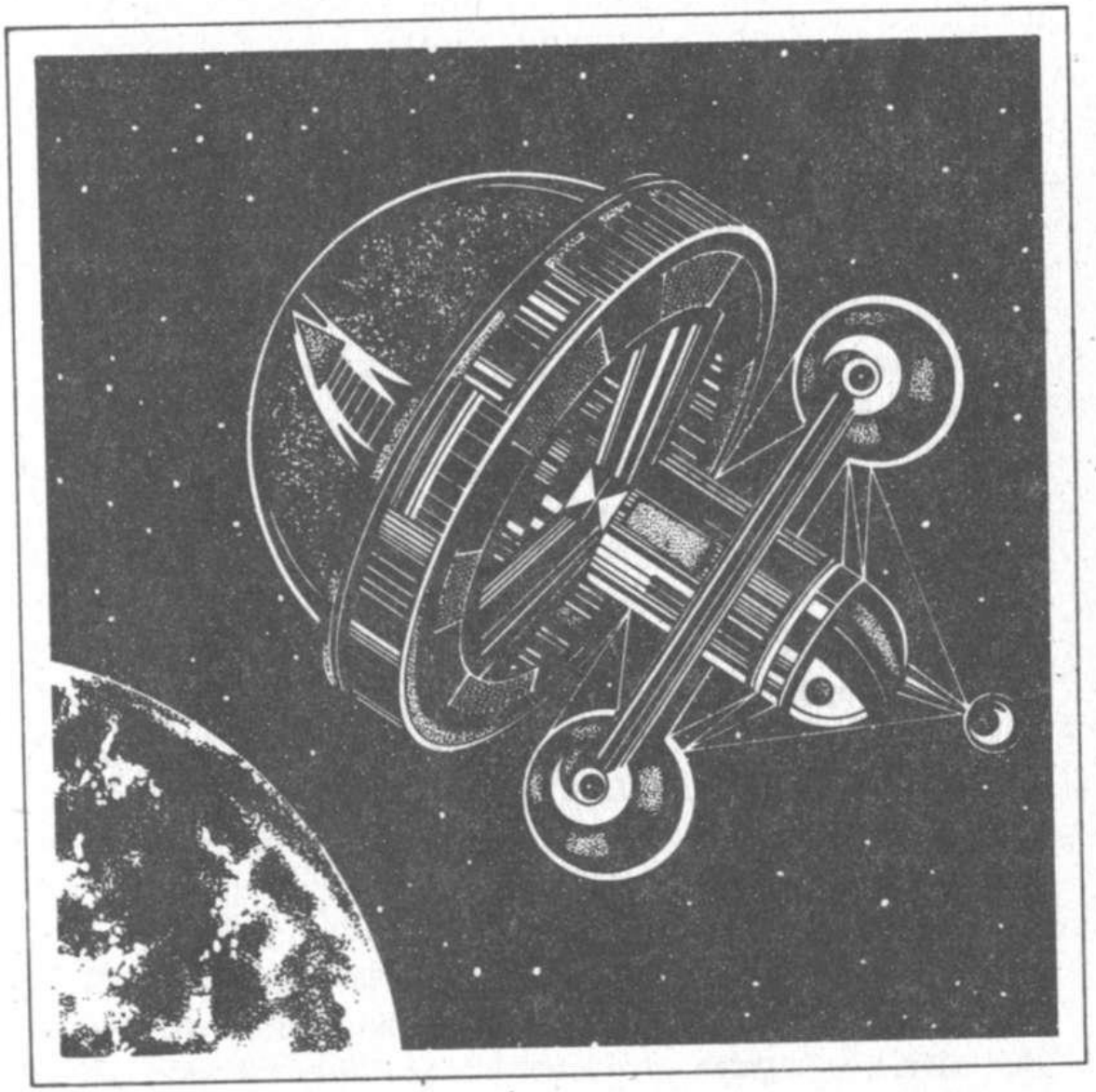
Dünya atmosferinin koruyucu tabakalarının dışındaki bir yörünge üzerinde yolculuk yapan bir astronot gene de Güneş'ten ve diğer gök cisimlerinde bulunan kaynaklardan gelen kozmik ışın partikülleri seline karşı gezegenimizin manyetik alanının örtüsü altında bulunmaktadır.

Şu ana değin yörüngelere çıkmış olan astronotlarda, uzayın koşullarının etkisi altında kalmış olmaktan ötürü hiçbir görünür zararlı ve kötü bir durum saptanılmamıştır. Yörünge üzerinde sekiz aylık bir süreyi geçirmiş olan Sovyet kozmonotları bile çok sağlıklı görünmektedir. (Bu kozmonotlardan birisi atmosferin dışındaki iki ayrı görev turunda, bir yıllık bir süreyi geçirmiş bulunmaktadır).

Ay'a gidip geri dönen bir astronot, Dünya'nın atmosferi ile birlikte manyetik alanının dışına çıkmıştır. Ve Ay'da algılanabilecek oranda bir atmosfer ve manyetik alan bulunmamaktadır.

Bu nedenle, Ay'a giden astronotlar altı gün süreyle kozmik ışın bombardımanının tüm yeğinliğinin etkisi altında kalmış ama herhangi bir hastalık belirtisi göstermemişlerdir.

Bununla birlikte zamanı gelecek ve bu ışınların daha fazla etkisi altında kalınacak koşullar ortaya çıkacaktır. İçinde personel taşıyan uzay gemileri sırası gelince Mars'a ve hatta daha ötesine kadar gideceklerdir. O zaman da kozmik ışın bombardıma-283



Uzaydaki yerleşim alanları gelecekte insanların çoğunun evlerinin bulunduğu yerler olabilecektir.

ni günlerle değil, aylar ve hatta yıllarla ifade edilecek süreyle insanları etkilemeyi sürdürecektir.

Buna ek olarak, binlerce kişinin belirsiz sürelerle uzayda yerleşme olasılığı bulunmaktadır. O günler gelince yalnızca yıllar boyu değil, ömür boyu hatta kuşaklar boyu orada yaşamaktan söz eder olacağız. Öyle günler gelecek ki, uzayda gebe kalınacak çocuklar orada doğup büyüyecektir. Burada yaşayan insanlarda kozmik ışın bombardımanı mutasyon hızını artıracak mıdır? Doğumlarda meydana gelen kusurlarda artış olacak mıdır?

Artan genetik yükler, uzaydaki yaşamı güçleştirecek ve hatta olanaksız duruma sokacak mıdır?

Uzaydaki yerleşim alanları yeterince büyük olursa, kilometrelerce kalınlıktaki atmosfer ile gezegen genişliğindeki manyetik alanın yaptığı kadar olmasa bile, kısmen kozmik ışın partiküllerinden gelen tehlikeye karşı kalkan görevi yapabilirler.

Bu yerleşim alanları (olasılıkla) Ay'dan çıkarılacak metal ve camlarla kurulacaktır. Ay'daki kayalar ezilerek toz haline getirilip yerleşim alanlarının iç yüzeyine toprak gibi yayılacak ve yerleşim alanının dönüşü sonucu meydana gelen merkezkaç etkisiyle yerlerinde tutulacaktır. Bu topraklar, yerleşim alanında tarım etkinliğine temel oluşturduğu gibi, aynı zamanda kozmik ışın partiküllerini emecek kadar kalın olacaktır.

Ancak, zamanı gelecek ve kozmik ışın tehlikesi geçici olarak artacaktır. Arada bir, Güneş püskürtüleri kozmik ışın seli oluşturacak ve böyle seller uzaydaki yerleşim alanları ve uzay gemilerini tümüyle yıkayacaktır. Böylesine fışkırır gibi akan kozmik ışın partikülleri, kozmik standartlar göz önüne alındığında, belki de uzun sürmeyecek ve oldukça zayıf enerjili partikülleri içerecektir. Kuşkusuz bunlara karşı konulacak koruyucu tabakalar kalkan görevini yapacaktır.

Beklenmeyen bir üstnova patlaması da kozmik ışın seline bir ek akış getirecektir. Böyle bir olay çok daha seyrek gerçekleşmesine karşın, daha uzun süreyle ve daha çok enerji taşıyan par-285

tikülleri sağlayacaktır. Ancak, böyle üstnovalar genellikle pek az tehlike ulaştıracak denli çok çok uzaklarda patlayacaktır.

Kuşkusuz kişi, ortaya trajik sonuçlar çıkarabilecek biçimdeki bu tür olayların birleşerek etki yapmalarını düşünebilir. Uzaydaki yerleşim alanları ve uzay toplumları kurulunca, herhangi bir zamanda bir yerleşim alanından öbürüne küçük ve pek fazla korumalı olmayan uzay gemileri yola çıkacak ya da uzayda tek bir uzay giysisinden başka korunma olanağı bulunmaksızın çalışacak kişiler bulunacaktır. İşte böyle durumlarda, kozmik ışın bombardımanı ile Güneş'ten ya da bir üstnovadan gelen fazladan partiküllerde birdenbire olağandışı bir artma gerçekleşirse önemli zararlar oluşturacak, bazen yaşam önemli ölçüde kısalacak ya da tümüyle yitirilecektir. Gene de bunların tümü kaçını-

labilecek kazalardır ve insanlığın uzaya açılmasını engellemeyecektir. Aynı şekilde biz insanlar Dünya üzerinde oluşan şiddetli kar fırtınaları ve yıldırımlara karşı yaşamlarımızı (pek ender durumlar dışında) yitirmemeyi öğrenmiş bulunuyoruz.

Ayrıca, üstnovalar hakkında çok daha fazla bilgi sahibi olarak onların patlamalarını zamanından önce ve duyarlı biçimde kestirecek duruma gelebiliriz. Ve hatta Güneş püskürtülen hakkında çok akıllıca tahminler yapabilir, güçlü püskürtüleri zamanından önce duyurabiliriz. İşte böyle zamanlarda uzay korumasız kişilerden olabildiğince temizlenecek ve kozmik ışın belasının en kötü yanı geçene dek kişilerin canlarını tehlikeye atmaları önlenecektir.

Gelecekteki İlk Üstnova

Burada, Dünya'nın üzerinde bir üstnova patlamasının ölümcül etkilerinin ulaşamadığı güvenlik koşulları içinde yaşıyoruz. Eğer bir üstnova kendi gökadamız içinde patlar ve toz bulutları tara-286

fından örtülmezse,- geceleyin gökte görkemli bir görüntüyü oluşturacaktır. Göreceli olarak yakınımızda gerçekleşecek bir üstnova, gökyüzünde herhangi bir yıldız ya da gezegenden çok daha fazla parıldayacak (1006 yılındaki, Kurt takımyıldızı içinde yar alan üstnovanın parladığı gibi), Ay'ın parlaklığı ile yarışacaktır. Ve kuşkusuz, böyle parlak bir üstnova gün ışığında bile görülecektir.

1604 yılından beri çıplak gözle herhangi bir üstnova göremiyoruz dersek bir anlamda aldatılmış olduğumuz sonucuna varırız. Çünkü, üstnovaların oluşma olasılığı oranını düşünürsek son 400 yıl içinde hiç değilse birkaç üstnovanın patlamasına tanık olmamız gerekirdi.

Eğer normal kişiler, geçici bir süreyle olsa bile, pek parlak bir yıldızı, göklerde topluiğne başı şeklinde parıldayan bir ışığı görme şansını kaçırmışlarsa gökbilimciler bundan daha fazlasını ka

çırmış olsalar gerek. Eğer bir üstnova patlayıp ışık saçmaya başlar ve çağdaş aygıtlar onun üzerine çevrilirse, birkaç gün içinde üstnovalar ve genelde yıldızların evrimi hakkında bir şeyler öğrenebiliriz. Ve bu öğrendiklerimiz, yaklaşık dört yüz yıl önce çıplak gözle görülebilen üstnovadan bu yana üstnovalara ilişkin olarak öğrendiklerimizden daha çok bilgiyi kapsar.

Bu göksel yokluk daha ne kadar sürecektir? Yakın bir gelecekte parlak bir üstnovayı görme şansı var mıdır?

Evet böyle bir şans vardır. Ve bizler üstnovanın görüneceğine ilişkin akılcı tahminler yürütebiliriz..

îlk olarak, eğer bir, iki yıl içinde bir üstnova parlayacaksa şu anda onun yıldız çökmesinin son aşamalarını yaşıyor durumda olması gerekir. Bunun anlamı da, sözü geçen yıldızın bir kırmızı dev olması demektir. Patladığı zaman görülmeye değer bir görüntü oluşturması için yıldız göreceli olarak bizim yakınımızda yer almalıdır. Bu nedenle gelecekteki ilk üstnova adaylarını göz önüne alırken ilk olarak yakınımızdaki kırmızı devleri düşünmeliyiz.

Bize en yakın kırmızı dev Kanatlıat (Pegasus) takımyıldızı içinde yer alan Scheat yıldızıdır. Bu yıldız 50 parsek uzağımızdadır ve çapı Güneş'in çapının 110 katıdır. Kırmızı devler göz önüne alındığında bu pek büyük bir çap değildir ve yıldızın kütlesi de Güneş'inkinden fazla değildir. Bu nedenle hiçbir zaman üstnova durumuna girmesi beklenemez. Üstelik, genleşmesini sürdürse bile, patlaması için uzun bir yol gitmesi gerekecektir. Şu halde bu kırmızı dev her nasılsa bir üstnova durumuna girecekse, bunun için milyonlarca yılın geçmesi beklenecektir.

Bir başka kırmızı dev olan Mira (ya da Omikron Ceti) adlı yıldız yetmiş parsek uzağımızdadır. Çapı, Güneş'in çapının 420

katıdır ve kütlesinin de Güneş'inkinden daha fazla olduğu kesindir. Aynı zamanda yıldız düzensiz aralıklarla nabız gibi atmaktadır. Bu da, giderek artan kararsızlık durumunun son aşamalarının bir işareti sayılabilir. Mira yıldızı, patlayacak olan ilk üstnovaya aday olabilir ve Dünya'dan da ring kenarında boks maçı izleniyormuş gibi seyredilebilir.

Yaklaşık 150 parsek uzaklıkta bulunan ve göreceli olarak yakınımızda yer alan üç kırmızı dev daha bulunmaktadır. Bunların hepsi de, Güneş'in kütlesinden daha çok kütlelidir. Bu kırmızı devlerden biri, Herkül takımyıldızı içinde yer alan, çapı Güneş'in çapının 500 katı olan Ras Algethi yıldızıdır. İkincisi, Akrep takımyıldızı içinde yer alan ve çapı Güneş'inkinin 640 katı olan Akrep yüreği (Antares) yıldızıdır. Üçüncüsü de, Oriyon takımyıldızı içinde yer alan, kütlesi Güneş'in kütlesinin on beş ila otuz katı olan ve Mira yıldızı gibi nabız biçiminde atan İkizlerevi (Betelgeuse) yıldızıdır.

Gerçekte İkizlerevi, birçok yönden ilknova durumunu yaşamaktadır. Bu yıldız dev boyutlara varan yıldız rüzgârları yaymakta ve her yıl Güneş'in kütlesinin 1/100.000'i kadar bir kütleyi uzaya saçmaktadır.

Başka bir deyişle İkizlerevi, her bir buçuk günde Ay'ınkine eşit bir kütleyi yıldız rüzgârlarıyle yitirmektedir.

Böylesine dev boyutlarda yıldız rüzgârları yayan İkizlerevi-nin gazlardan oluşan bir kabukla çevrilmiş olması insana şaşırtıcı gelmemelidir. Son yapılan incelemelere göre, bu kabukta karbon atomu çekirdeği pek az oranda bulunmaktadır. Karbon atom çekirdeğinin azlığı akla azot atom çekirdeğinin fazlalığını getirir. Bazı üstnova kalıntıları da, bu şekilde azot atom çekirdeği yönünden zengindir. Eğer böyleyse, azot atom çekirdeğiyle çevrili bir kırmızı dev, bir üstnova patlamasının çok uzaklarda olmayacağının işaretini verebilir.

Ancak, gökbilimsel bir olayın "çok uzaklarda olmayacağını"

söylemek her gece oturup onu görebileceğimiz umuduyla gökyüzüne bakmamız gerektiği anlamına gelmez. Bir yıldızın yaşam süresinde "hemen, yakında" gibi sözcükler bin ve hatta on bin yıl anlamına gelebilir. İkizlerevi yarın patlayabilir (ya da yakla

şık beş yüz yıl önce patlamış ve bu patlamanın ışığı yarın bize ulaşacak durumda olabilir) veya yıldız daha birkaç bin yıl patlamayabilir. Bütün bu olasılıklardan emin olamayız.

Kuşkusuz gökbilimciler yakınımızda gerçekleşen bir üstnovayı izlemek olanağına kavuşmuş olsalardı, (bu, hangi üstnova olursa olsun) olaydan yeterince bilgi edinip gelecekteki ilk üstnovanın ne zaman patlayacağını doğruya yakın bir şekilde kestirme olanağını bulurlardı.

İkizlerevi üstnovası patladığında, insanın Dünya üzerinde var oluşundan bu yana gerçekleşen tüm üstnovalardan çok daha parlak görünüşte olduğunu kanıtlayacaktır. Çünkü; İkizlerevi, Dünya'ya daha önceki üstnovalardan çok daha yakın bir yerde patlayacaktır. Sözgelişi, İkizlerevi üstnovası, 1054 yılındaki büyük üstnovanın patladığı yere göre Dünya'ya onda biri uzaklıkta olan bir konumda gerçekleşecektir.

İkizlerevi üstnovası parlaklığının doruk noktasındayken dolun Ay'ın ışık yeğinliğiyle yarışacaktır. Oysa, dolun Ay ışığını büyücek bir daireden çevreye yayarken yıldız büyüklüğündeki hiçbir noktası yeğin biçimde parlak olmayacağından kişi istediği ka-Patlayan G ü n e ş l e r — F.19

dan dolunaya bakabilecekken, İkizlerevi tüm parlaklığını bir noktada yeğinleştirmiş durumda olacaktır. Bu durumda, uzun süreyle bu üstnovaya bakmak akılcı bir davranış olmayacaktır.

Çünkü, böyle yeğin bir ışık noktası insan gözündeki retina tabakasının zarar görmesine neden olabilir.

İkizlerevi üstnovası özellikle Dünya'nın manyetik alam sıfır de

ğerine yakın olduğu zamanda patlarsa, çeşitli organizmaların genetik yükünde dikkati çeken artışlara neden olabilecek ve hatta bazı türlerin tümüyle ortadan kaldırmaya yeterli olabilecek büyük kozmik ışın selleri meydana getirebilir. Eğer bu patlama insanlığın uzaya taşındığı, ama yeterince korumalı yapılar kuramadığı sırada gerçekleşirse, uzaydaki insanların sağlığına büyük etkiler yapacaktır. Ancak şu anda, böyle konularda yapacağımız bir şey bulunmamaktadır.

Bununla birlikte, gelecekte görülebilir ilk üstnova İkizlerevi yıldızında gerçekleşmeyebilir. Bazı gökbilimciler, bu olay için en yakın adayın daha önce adını andığımız ve John Herschel tarafından incelenmiş olan Eta Karina yıldızı olduğuna inanmaktadır.

Eta Karina, İkizlerevi'ndan daha güçlü yıldız rüzgârlarına sahiptir ve bu nedenle çevresinde daha yoğun bir gaz kabuğu bulunmaktadır. Bu gaz kabuk, Eta Karina' nın yaydığı ışığın bir bölümünü emer ve yıldızı görünebileceğinden daha sönük duruma getirir. Gaz kabuğunun geçmesine izin verdiği ışık, kızılötesinin daha az enerjili ışınlarıdır. Ancak, toplam enerji azalmayacağından, her bir düşük enerjili kuantumu artırmak üzere kızılötesi ışınım çok daha büyük oranda olmalıdır. Gerçekte, Güneş sisteminin dışındaki tüm gök cisimleri arasında bize en fazla kızılötesi ışın Eta Karina yıldızından gelmektedir.

Ayrıca, Eta Karina'nın gaz kabuğunda karbon atom çekirde

ği oranı düşükken azot atom çekirdeği büyük oranda bulunmaktadır. Son olarak Eta Karina, İkizlerevi'nden bile daha kararsız bir yıldızdır. Geçmişte göreceli olarak küçük patlamalar yaşamış, hiç değilse bir süre gökte ikinci parlak yıldız olarak kalmış-

2 9 0

tır. Eta Karina o döneminde parlaklık yönünden yalnızca Akyıldız (Sirius) yıldızı tarafından geçilmiştir.

Ama, Akyıldız bizden 2,7 parsek; Eta Karina ise 2.750 parsek uzaklıktadır. Eta Karina'nın Akyıldız'a oranla bin katı uzakta olduğu düşünüldüğünde, bir süre için onun Akyıldız'la parlaklık yönünden yarışması için parlaklığının Akyıldız'ınkinin yaklaşık bir milyon katı olması gerektiği ortaya çıkar.

Şu halde Eta Karina yıldızı, bir üstnova durumuna girme aşamasına, Ikizlerevi'ne göre daha yakın bir olasılıkla gelecektir.

Ama, Eta Karina patlarsa, İkizlerevi kadar güzel bir gösteriyi oluşturamayacaktır. Çünkü, Eta Karina, İkizlerevi'nden yirmi katı daha uzaktadır. Bu yüzden İkizlerevi'nin üstnova durumuna göre, 1/400'ünden daha az parlaklıkta görünecektir. Dahası, Eta Karina güney göklerinde yer aldığından üstnova olarak patladığında ortaya çıkan sonuç Avrupa'dan ve ABD'nin çoğu bölümlerinden görülmeyecektir.

Bu durumda Eta Karina üstnovasının, İkizlerevi üstnovasmın yapabileceğinden çok daha az zarar yapabilecek bir kapasiteye sahip olduğuda anlaşılmaktadır.

Pek değerli okurum, görüyorsunuz Aristo'nun sakin ve hiç de

ğişmeyen gökyüzü görüşünden yola çıkarak buraya kadar uzun bir yolu aşarak gelmiş bulunuyoruz. Şimdi gökyüzünün, şura ya da

burasında çok yeğin enerjili olayların gerçekleştiği hareket dolu bir ortamı oluşturduğunu biliyoruz. Çok seyrek olsa bile, arada bir çıplak gözle yıldız patlaması gibi enerji dolu bir olaya tanık olabileceğimizi ama bu gibi olayların buraya, Dünya'ya karşı tümüyle zararsız kalacağını da biliyoruz.

Ancak, bu durumdan huzur duymalı ve yakınmamalıyız. Çünkü, Güneş'imiz diğer güneşler gibi patlamayacak ve çökmeye-cektir. Aksi takdirde, Dünya şimdiki durumunda ve tüm canlı varlıklarıyla birlikte ayakta kalamazdı. Ve bizler, gezegenimizde Güneş'imizle birlikte hoşça zaman geçiremez; özel durumlarda (bu kitabın değerli okurları olan sizleri içermek üzere) içimizde ***291***

büyüyen merak duygusuyla herhangi bir gecede gökyüzüne serpilmiş olan gökadamızın üyelerine huzur dolu bakışlarla baka-mazdık.

292

(Bu kitabın çevirisini yaparken son sayfalara yaklaştığımızda 2

Mart 1987 günü basınımızda üstnovalarla ilgili bir haber yer aldı. Dikkatli okurların gözünden kaçmadığına inandığım haberi bugünkü durumu yansıtmak yönünden yararlı bularak aynen buraya almayı uygun görüyorum-Çeviren.

"Dünya'dan 180.000 ışık yılı uzaklıkta Magellan gökadasında *(kitabımızda Magellan bulutları olarak tanımlanmıştı-Çeviren)* ***meydana gelen büyük yıldız patlaması (üstnova) ge***

çen hafta uzay teleskopları tarafından görüntülendi. Avust-

ralya'daki bir gözlemevinden çekilen fotoğraflarda patlayan

yıldızın saçtığı ışık görülmekteydi. Frankfurt Allgemeine gazetesinde yayınlanan bir haberde geçen hafta salı gecesi mavi renkte olan yıldızın çarşamba gecesine doğru kızıl bir renge büründüğü ve ışık kümesinin giderek büyüyüp parlaklaş-

tığı belirtiliyor. Gökbilimciler bunu, yıldızın çevresinde olu

şan maddesel bir kabuğa bağlıyorlar. Yıldızın önümüzdeki iki,

üç hafta içinde parlayarak uzaydaki yıldız sıralamasında en

yüksek kadirden, parlak yıldızlar arasına girebileceği belirtiliyor. Bu arada eski uzay fotoğraflarında şimdiki üstnovanın

yerinde daha önce 12. kadirden bir çiftyıldız sisteminin bulunduğu belirlendi. Birbirinin çevresinde dönen bu iki yıldız

arasında çok güçlü bir çekim alanı olduğu 1960'lı yıllarda çift-

yıldızları inceleyen bir gökbilimci tarafından saptanmıştı.

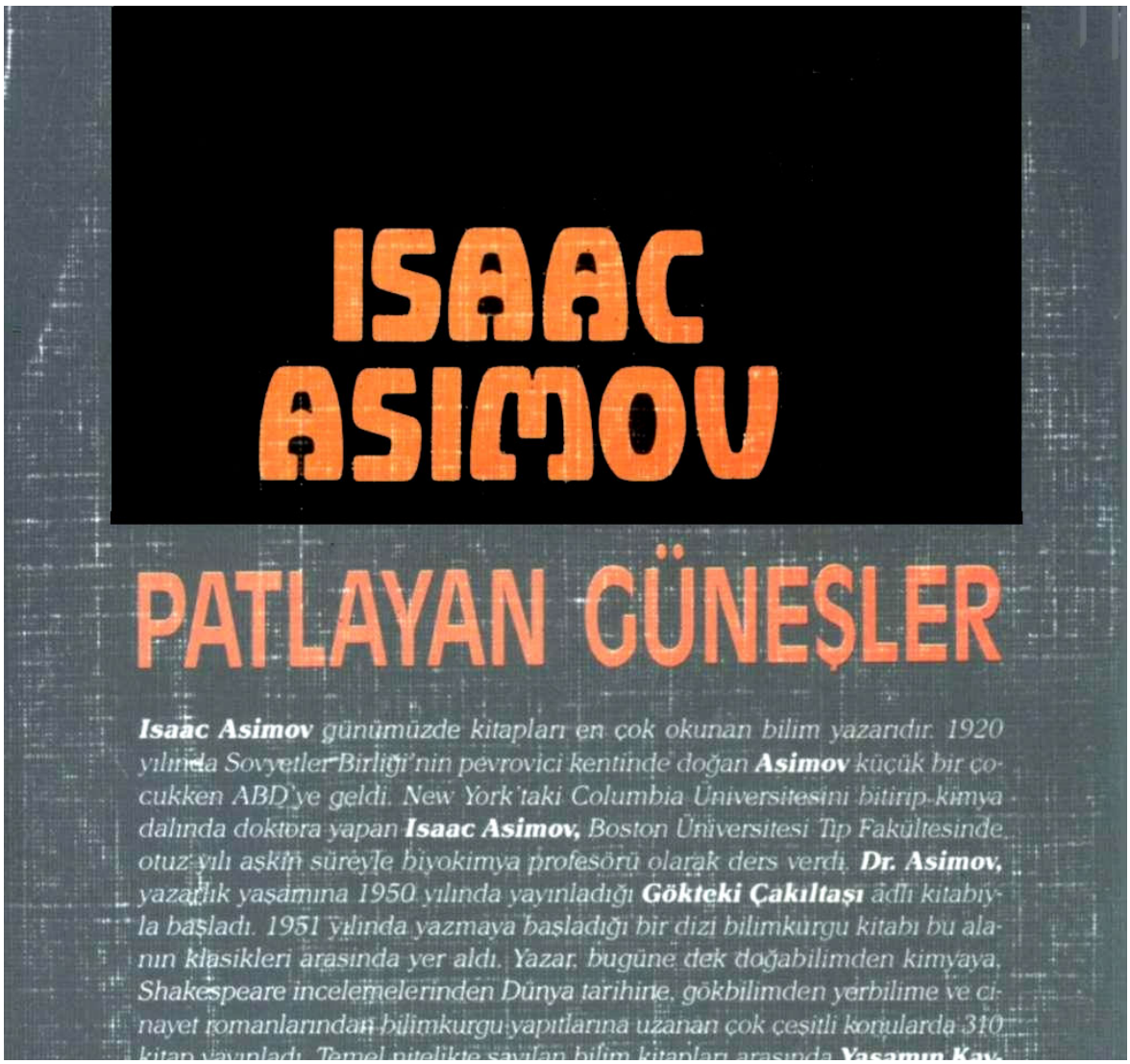
"... Bilindiği gibi Dünya'nın da içinde bulunduğu Samanyolu

gökadasının yer aldığı kümenin bir üyesi olan Magellan gökadası, Samanyolu 'na hidrojen gazından oluşan bir köprüyle bağlanıyor. Saniyede 300.000 kilometre hızla yayılan ışık,

Magellan gökadasından Dünya'mıza 180.000 ışık yılında ula

şabiliyor. Geçen hafta yeryüzünün güney yarımküresinde izlenen bu büyük yıldız patlaması, aslında 180.000 ışık yılı önce meydana gelmişti. Ancak Dünya'mızdan şimdi izlenebiliyor.")

293



Kitap yayınladı. Temel nitelikle sayılan bilim kitapları arasında ***Yaşamın Kaynakları*** *(1960),* ***Genetik Kod*** *(1963),* ***İnsan Bedeni*** *(1963) ve* ***İnsan Beyni*** *(1964) sayılabilir.* ***Isaac Asimov*** *evli ve iki çocuk babasıdır. New York kentinde yaşamaktadır.*

Patlayan Güneşler, Dr. Asimov'un 310. yapıtıdır. *Bu kitapta* ***Asimov,*** *Gökbilim'in tarihsel gelişmesini nefis bir özet olarak verdikten sonra* ***üstnova*** *denilen dev yıldız patlamalarını, bunların insan yaşamı ve evrenin oluşumu üzerinde etkilerini akıcı, duru ve herkesin anlayacağı bir dille, ustalıkla anlatmaktadır.*

[redacted]

ISBN 975-10-0140-4